

**MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE ENVASES Y  
OTROS PRODUCTOS MÉDICOS VETERINARIOS EN LA EMPRESA PROM  
LTDA**

**KELLY TATIANA RODRÍGUEZ LEYTON  
ANA MARCELA GIL VÁSQUEZ  
IRENE CAPERA SARRIA**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO DE SISTEMAS DE PRODUCCION  
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
SANTIAGO DE CALI  
2008**

**MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE ENVASES Y  
OTROS PRODUCTOS MÉDICOS VETERINARIOS EN LA EMPRESA PROM  
LTDA**

**KELLY TATIANA RODRIGUEZ LEYTON  
ANA MARCELA GIL VASQUEZ  
IRENE CAPERA SARRIA**

**Trabajo de grado para  
optar el título de ingeniero industrial**

**Director:**

**JENNY ALEXANDRA MOSQUERA VARELA  
Ingeniero industrial  
Mg. en Administración**

**JUAN CARLOS OTERO JARAMILLO  
Ingeniero mecánico  
Esp. Los Procesos de Transformación del Plástico y del Caucho**

**GIOVANNY ARIAS CASTRO  
Ingeniero industrial  
Mg. Ingeniería industrial**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO DE SISTEMAS DE PRODUCCION  
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
SANTIAGO DE CALI  
2008**

**Nota de aceptación:**

**Aprobado por el Comité de Grado  
en cumplimiento de los requisitos  
exigidos por la Universidad  
Autónoma de Occidente para optar  
por el título de Ingeniero  
Industrial.**

Ing. JENNY A. MOSQUERA V.  
**Director**

Ing. JUAN CARLOS OTERO J.  
**Director**

Ing. GIOVANNY ARIAS CASTRO  
**Director**

**Santiago de Cali, 22 Julio de 2008**

Esta nueva meta alcanzada se la dedico a Dios por darme el regalo de la vida, a mi madre Martha Cecilia Leyton por su confianza, su apoyo incondicional y su formación y ejemplo que han hecho de mi una persona íntegra, a mi familia por el estímulo y ayuda moral brindada en momentos difíciles y a mis amigos por su compañía y amistad sincera.

Kelly Tatiana Rodríguez Leyton

Este nuevo logro en mi vida y que hoy me llena de mucho orgullo se lo dedico primordialmente a Dios, por haberme dado la sabiduría necesaria para seguir adelante y no desfallecer. A mi madre Gloria María Gil, a mi tío Alvaro Gil, a mi abuela Ana de Gil y a toda mi familia, por su apoyo incondicional porque sin la ayuda de ustedes no hubiese logrado esta meta tan anhelada.

Ana Marcela Gil Vásquez

En el largo camino de la vida se me han presentado oportunidades gracias a Dios, las cuales he aprovechado al máximo; la más significativa fue contar con el apoyo de mis padres Esther Julia Sarria y Raúl Antonio Capera porque fueron el aliciente a través de la investigación, me brindaron todas las ayudas posibles y atendieron mis necesidades en el momento oportuno, el haber compartido junto a mis compañeras con quienes trabajé colectivamente en el proyecto y a toda mi familia por darme la mano en situaciones difíciles, a todas estas personas les dedico la investigación.

Irene Capera Sarria



## AGRADECIMIENTOS

Los autores de este trabajo expresan su reconocimiento y agradecimiento sincero:

- A los asesores académicos de la Universidad Autónoma de Occidente, Ing. Juan Carlos Otero, Ing. Jenny Alexandra Mosquera e Ing. Giovanni Arias por su invaluable y oportuna orientación para el desarrollo y culminación de esta investigación.
- Al Gerente y propietario de la empresa PROM LTDA Sr. Mario Lozano por la oportunidad y la confianza que nos brindó al realizar este estudio en las instalaciones de su empresa.
- Al jefe de aseguramiento de calidad de la empresa PROM LTDA Juan Manuel Coello por su contribución y apoyo incondicional durante el tiempo que duro el estudio.
- Al profesor de la facultad de administración Sr. Boris Castro y a la profesora de la facultad de comunicación social, Psicóloga Carmen Eliza Lerma por su colaboración y acompañamiento en la realización del *focus group*
- A todas aquellas personas que de una u otra forma ayudaron a la realización de este estudio.

## CONTENIDO

	<b>pág.</b>
INTRODUCCIÓN	19
1. MARCO TEÓRICO	20
1.1 HISTORIA DE LOS POLIMEROS	20
1.2 DEFINICION DE POLÍMERO	21
1.2.1 Materias primas de los polímeros.	21
1.3 HISTORIA DEL POLIETILENO	22
1.3.1 Tipos de Polietileno (PE)	22
1.3.2 Procesamiento del polietileno	24
1.4 LA IMPORTANCIA DE LA PRODUCTIVIDAD	24
1.5 REGISTROS Y ANALISIS DEL PROCESO	25
1.5.1 Diagrama de procesos	25
1.5.2 Diagrama del proceso de operación	25
1.5.3 Diagrama de proceso de flujo	26
1.6 ANÁLISIS DE MOVIMIENTOS	27
1.6.1 Diagrama bimanual	27
1.6.2 Análisis de movimientos básicos	28
1.6.3 Principios de economía de movimientos	28
1.7 MEDICION DEL TRABAJO	29
1.7.1 Objetivos de la medición del trabajo	29
1.7.2 Selección del operario	29
1.7.3 Definición de elemento	30

1.7.4 Toma de tiempos	31
1.7.5 Calificación del ritmo de trabajo	32
1.7.6 Suplementos	32
1.7.7 Análisis ABC	34
1.7.8 Definición del QFD	35
2. OBJETIVOS	37
2.1 OBJETIVO GENERAL	37
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	37
3. RESULTADOS OBTENIDOS	38
3.1 ANALISIS ABC O ANALISIS DE PARETO	41
3.1.1 Definición del producto seleccionado	46
3.2 DETERMINAR EL MÉTODO ACTUAL DE PRODUCCIÓN Y LOS PUNTOS CRÍTICOS	48
3.2.1 Insumos y materias primas del aplicador vaginal	48
3.2.2 Carta de proceso aplicadores vaginales PROM LTDA	50
3.2.3 Diagnostico del proceso de producción de los aplicadores vaginales.	51
3.2.4 Diagnóstico de la situación actual del proceso de ensamble	60
3.2.5 Diagnostico de la situación actual del proceso de empaque	63
3.3 ESTUDIO DE TIEMPOS Y ESTIMACIÓN DEL TIEMPO ESTÁNDAR	65
3.3.1 Estimación del tiempo estándar del proceso de ensamble del aplicador vaginal.	68
3.3.2 Estimación del tiempo estándar del empaque de seis (6) aplicadores vaginales	74
3.3.3 Estimación del tiempo estándar del proceso de producción del aplicador vaginal.	80

3.4 DESPLIEGUE DE LA FUNCION DE CALIDAD	93
3.4.1 Encuestas	93
3.4.2 <i>Focus group.</i>	113
3.4.3 Identificación y priorización de criterios de calidad	121
4. PRUEBAS DE SIMULACION DEL PRODUCTO Y DEL PROCESO UTILIZANDO HERRAMIENTAS INFORMATICAS.	128
5. MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE ENSAMBLE DEL APLICADOR VAGINAL.	134
6. CONCLUSIONES	141
7. RECOMENDACIONES	143
BIBLIOGRAFIA	144
ANEXOS	146

## LISTA DE TABLAS

	<b>pág.</b>
Tabla 1. Participación en ventas año 2007	42
Tabla 2. Clasificación ABC	43
Tabla 3. Comparación de características PEBD – PEAD	49
Tabla 4. Determinación del número Reynold	57
Tabla 6. Elementos del proceso de ensamble del aplicador vaginal en la mano derecha	68
Tabla 7. Elementos del proceso de ensamble del aplicador vaginal en la mano izquierda	68
Tabla 8. Tiempos preliminares de los elementos de la mano derecha y la mano izquierda en el proceso de ensamble del aplicador vaginal.	69
Tabla 9. Determinación de las observaciones reales de los elementos de la mano derecha y la mano izquierda en el proceso de ensamble del aplicador vaginal.	70
Tabla 10. Determinación del tiempo normal de los elementos de la mano izquierda	72
Tabla 11. Determinación del tiempo normal de los elementos de la mano derecha.	73
Tabla 12. Suplementos en el proceso de ensamble	74
Tabla 13. Elementos del proceso de empaque de seis aplicadores en la mano derecha.	75
Tabla 14. Elementos del proceso de empaque de seis aplicadores en la mano izquierda.	75
Tabla 15. Tiempos preliminares del proceso de ensamble de seis aplicadores.	76
Tabla 16. Determinación de las observaciones reales de los elementos de la mano derecha y la mano izquierda en el proceso de empaque de seis aplicadores vaginales.	77

Tabla 17. Determinación del tiempo normal de los elementos de la mano derecha y la mano izquierda en el proceso de empaque manual de seis aplicadores.	79
Tabla 18. Suplementos en el proceso de empaque de seis aplicadores vaginales	80
Tabla 19. Elementos regulares del proceso de producción del aplicador vaginal	81
Tabla 20. Elementos irregulares del proceso de producción del aplicador vaginal	81
Tabla 21. Unidades producidas en cada elemento irregular	83
Tabla 22. Tiempos preliminares de los elementos regulares del proceso de producción del aplicador vaginal	84
Tabla 23. Determinación de las observaciones reales de los elementos regulares del proceso de producción del aplicador vaginal	85
Tabla 24. Determinación del tiempo normal de los elementos irregulares por cada tipo de empaque	86
Tabla 30. Resultados pregunta 0	100
Tabla 31. Resultados pregunta 1	101
Tabla 32. Respuestas pregunta 2	102
Tabla 33. Resultados pregunta 3	103
Tabla 34. Resultados pregunta 4	104
Tabla 35. Resultados pregunta 5	105
Tabla 36. Resultados pregunta 6	106
Tabla 37. Resultados pregunta 7	107
Tabla 38. Resultados pregunta 8	108
Tabla 39. Resultados pregunta 9	109
Tabla 40. Respuestas pregunta 10	110

Tabla 41. Ocupación de mujeres encuestadas	111
Tabla 42. Estrato socioeconómico de las mujeres encuestadas	111
Tabla 43. Identificación de las necesidades del cliente	112
Tabla 44. Opiniones muestra 1	116
Tabla 45. Opiniones muestra 2	116
Tabla 46. Opiniones muestra 3	117
Tabla 47. Opiniones muestra 4	117
Tabla 48. Opiniones muestra 5	117
Tabla 49. Opiniones muestra 6	117
Tabla 50. Opiniones muestra 7	117
Tabla 51. Comparación cualitativa de las muestras	118
Tabla 52. Aplicador ideal	118
Tabla 53. Criterios de calidad	121
Tabla 54. Interpretación de los elementos – Matriz de Comparación	122
Tabla 55. Ponderación de los criterios de calidad	123
Tabla 56. Priorización de los criterios	124
Tabla 57. Comparación de los requerimientos de calidad con la competencia	126
Tabla 59. Elementos del proceso mejorado	137
Tabla 60. Determinación del tiempo normal para el proceso de ensamble mejorado	139
Tabla 61. Suplementos del proceso de ensamble mejorado	140

## LISTA DE FIGURAS

	<b>pág.</b>
Figura 1. Representación esquemática de (a) LDPE	23
Figura 2. Representación esquemática de (a) HDPE	23
Figura 3. Símbolos del diagrama de procesos	26
Figura 4. Símbolos del diagrama bimanual	27
Figura 5. Aplicadores plásticos para cremas de uso vaginal	38
Figura 6. Cubiertas para tela adhesiva	38
Figura 7. Cánulas	39
Figura 8. Envases	39
Figura 9. Jeringas intramamarias	39
Figura 10. Envases	40
Figura 11. Envases inyectables	40
Figura 12. Jeringas orales	40
Figura 13. Ficha técnica del aplicador vaginal ensamblado	47
Figura 14. Composición química PEBD	48
Figura 15. Símbolo de identificación PEBD	48
Figura 16. Composición química PEAD	49
Figura 17. Símbolo de identificación del PEAD	49
Figura 18. Diagrama sinóptico o diagrama de proceso.	53
Figura 19. Cursograma analítico aplicador vaginal	54
Figura 20. Entrada y salidas de agua de la máquina inyectora	55
Figura 21. Prueba para determinar el caudal del agua	55



Figura 22. Ciclo de inyección	58
Figura 23. Pin de enfriamiento	60
Figura 24. Diagrama bimanual ensamble de aplicadores	62
Figura 25. Diagrama bimanual proceso de empaque de seis (6) aplicadores	64
Figura 26. Identificación de las partes del aplicador vaginal	97
Figura 27. Encuesta definitiva	98
Figura 28. Muestra 1: Aplicador vaginal que produce actualmente la empresa PROM LTDA.	115
Figura 29. Muestra 2: competencia 1	115
Figura 30. Muestra 3: competencia 2	115
Figura 31. Muestra 4: prototipo 1	115
Figura 32. Muestra 5: prototipo 2	116
Figura 33. Muestra 6: aplicador vaginal con características de suavidad diferentes	116
Figura 34. Muestra 7: aplicador vaginal con características de transparencia diferente	116
Figura 35. Aplicador vaginal ideal descrito por las usuarias	119
Figura 36. Descripción de las partes del aplicador vaginal ideal descrito por las usuarias	120
Figura 37. Criterio de calidad de mayor importancia	125
Figura 38. Puntos de inyección	129
Figura 39. Tiempo de llenado de la cavidad del molde	129
Figura 40. Confiabilidad de llenado	130
Figura 41. Presión de inyección	130
Figura 42. Temperatura del frente de flujo	131

Figura 43. Predicción de calidad	131
Figura 44. Comparación resultados de simulaciones	133
Figura 45. Émbolos y bases en un mismo recipiente	134
Figura 46. Utilización de las manos en el proceso de ensamble	134
Figura 47. Herramienta utilizada para el ensamble del aplicador	135
Figura 48. Molde para sostener las bases.	136
Figura 49. Máquina ensambladora	136
Figura 50. Proceso de ensamble mejorado	137
Figura 51. Diagrama sinóptico del proceso de ensamble mejorado	138

## LISTA DE GRÁFICOS

	<b>pág.</b>
Gráfico 1. Diagrama de Pareto.	45
Gráfico 2. Mujeres que han utilizado un aplicador vaginal	100
Gráfico 3. Nivel de comodidad en la utilización del aplicador vaginal	101
Gráfico 4. Facilidad de uso del aplicador vaginal.	102
Gráfico 5. Aspectos desagradables al utilizar el aplicador vaginal	103
Gráfico 6. Aspectos a cambiarle al aplicador.	104
Gráfico 7. Necesidad de la transparencia en el aplicador	105
Gráfico 8. Color del aplicador	106
Gráfico 9. Partes con mayor flexibilidad en el aplicador vaginal	107
Gráfico 10. Cambios en el diseño del aplicador	108
Gráfico 11. Cambios en la textura del aplicador	109
Gráfico 12. Nuevas características del aplicador vaginal	110
Gráfico 13. Ocupación de mujeres encuestadas	111
Gráfico 14. Estrato socioeconómico de las mujeres encuestadas	112
Gráfico 15. Calificación del aplicador vaginal de PROM LTDA VS la competencia	127
Gráfico 16. Composición porcentual de la importancia	127

## LISTA DE ANEXOS

	<b>pág.</b>
Anexo A. Ficha técnica de la base o cánula del aplicador vaginal	146
Anexo B. Ficha técnica del émbolo del aplicador vaginal	147
Anexo C. Propiedades físicas del agua en unidades S.I	148
Anexo D. Asignación de suplementos	149
Anexo E. Rectificación del número de observaciones en el proceso de ensamble	151
Anexo F. Rectificación del número de observaciones en el proceso de empaque de seis aplicadores	152
Anexo G. Rectificación del número de observaciones en el proceso de fabricación del aplicador vaginal	153
Anexo H. Población estudiantil Universidad Autónoma de Occidente	154
Anexo I. Universidad Autónoma en cifras	155
Anexo J. Encuesta preliminar	157

## GLOSARIO

**BPM:** es una herramienta básica para la obtención de productos seguros para el consumo humanos, que se centralizan en la higiene y forma de manipulación. Esta herramienta incluye higiene personal, limpieza y desinfección, normas de fabricación, equipo e instalaciones, control de plagas y manejo de bodegas.

**DESPERDICIO:** residuo o desecho de algo que no se puede aprovechar.

**GRUPO FOCAL:** *focus group* en inglés, también conocida como sesiones de grupo, es una de las formas de los estudios cualitativos en el que se reúne a un grupo de personas para indagar acerca de actitudes y reacciones frente a un producto, servicio, concepto, publicidad, idea o empaque.

**MOLDFLOW PART ADVISER:** es un software de simulación de flujo de plásticos basado en sólidos tridimensionales, el cual permite determinar la viabilidad de la fabricación y optimizar los diseños de los moldes, además proporciona rápidamente resultados de análisis y sugerencias detalladas de diseño, también pueden usarse para crear y optimizar diseños de moldes de una cavidad o de varias cavidades y e igualmente evaluar el tiempo de ciclo para poder disminuirlo.

**NÚMEROI REYNOLD:** es un número adimensional utilizado en mecánica de fluidos, diseño de reactores y fenómenos de transporte para caracterizar el movimiento de un fluido.

**NWA:** *Quality Analyst* es un Monitor que ofrece a las plantas de producción y laboratorios una solución unificada de recogida de datos para el control de calidad. Automatiza la recogida de datos de prueba de las diferentes estaciones, estandariza los tests y el flujo de datos, y ofrece un análisis en tiempo real de la calidad del producto durante la producción.

**PROCESO DE INYECCIÓN:** el proceso de inyección consiste en plastificar y homogenizar con ayuda de calor el material plástico que ha sido alimentado en la tolva y el cual entrara por la garganta del cilindro. Al inyectar el material fundido por medio de presión en las cavidades del molde, del cual tomará la forma o figura que tenga dicho molde.

**PRODUCTIVIDAD:** el concepto de productividad puede definirse como la relación entre la cantidad de bienes y servicios producidos y la cantidad de recursos utilizados. En la fabricación la productividad sirve para evaluar el rendimiento de los talleres, las máquinas, los equipos de trabajo y los empleados.

**TIEMPO DE ENFRIAMIENTO:** es el tiempo para acabar de solidificar la pieza, y este empieza después de que termina el tiempo de postpresión y acaba cuando el molde se abre para expulsar la pieza.

**TIEMPO DE INYECCIÓN:** es el tiempo en el que se lleva a cabo el llenado de las cavidades del molde.

**TIEMPO ESTÁNDAR:** el tiempo estándar para una operación dada es el tiempo requerido para que un operario de tipo medio, plenamente calificado y adiestrado, y trabajando a un ritmo normal, lleve a cabo la operación.

**TRABAJADOR CALIFICADO:** es aquel que posee la inteligencia y facultades físicas necesarias, la formación y experiencia suficientes para ejecutar el trabajo de acuerdo a normas de calidad aceptables y cuya habilidad y rendimiento son del promedio del grupo

**VALORACIÓN:** calificación que se le da al operario medio, que trabaja al ritmo normal

**VELOCIDAD DE APERTURA DE MOLDE:** es la distancia que recorre la platina móvil del molde hasta separarse de la platina fija y dejar el espacio suficiente para la expulsión de las piezas en un tiempo determinado.

**VELOCIDAD DE CIERRE DE MOLDE:** es la distancia que recorre la platina móvil hasta hacer contacto con la platina fija del molde (es importante mencionar que la unidad de cierre se forma de parte móvil y parte fija) en un tiempo determinado.

## RESUMEN

El proyecto se realizó en la empresa PROM LTDA, la cual se dedica a la producción de empaques plásticos para la industria farmacéutica y veterinaria, centrando el estudio en la línea de producción de aplicadores vaginales, dado que es producto que presenta mayor participación en ventas (30,7%) de acuerdo con el análisis de Pareto realizado en el software NWA.

Para el desarrollo de esta investigación se utilizaron las herramientas *Quality Function Deployment* (QFD), *Focus Group* y encuestas al consumidor final, *software Moldflow part adviser 6.0*, y la aplicación de técnicas como el estudio de métodos y tiempos.

Con la utilización de las encuestas se logró identificar los consumidores potenciales y las necesidades relevantes frente al aplicador vaginal y el *focus group* permitió evidenciar de forma cualitativa la importancia de cada necesidad y el nivel de satisfacción con el producto en comparación con la competencia, como resultado, de estas técnicas se obtuvo un nuevo diseño del aplicador vaginal con las características deseadas por las usuarias.

La herramienta *Quality Function Deployment* (QFD) ayudó a establecer los criterios de calidad del aplicador vaginal y la importancia que cada uno tiene para los clientes, posteriormente, se realizó la comparación con la competencia y se determinó el criterio de calidad que la empresa debe mejorar para ser más competitiva en el mercado.

El uso del software *moldflow part adviser 6.0* contribuyó a determinar los puntos de inyección y los parámetros necesarios que debe tener el molde para disminuir el tiempo de ciclo del proceso de inyección.

El estudio de métodos y tiempos determinó los puntos críticos, el tiempo normal, el tiempo estándar, la utilización de buenas prácticas de manufactura y el método de trabajo que se debe utilizar en la fabricación del aplicador vaginal, este análisis permitió realizar mejoras dentro del proceso de ensamble aumentando la productividad.

Los resultados obtenidos en esta investigación determinaron que la empresa PROM LTDA, debe considerar los factores internos (normalización y estandarización del proceso) y los factores externos (requerimientos del cliente) con el fin de realizar un mejoramiento íntegro y continuo.

## INTRODUCCIÓN

La industria farmacéutica en Colombia ha tenido varios cambios en los últimos años, entre estos la implementación obligatoria de buenas prácticas de manufactura en todos los laboratorios que operan en el país, con el fin de asegurar que toda la cadena productiva de esta industria cumpla con el objetivo de producir medicamentos que contribuyan a la conservación y mejoramiento de la salud de las personas.

En cada eslabón de la cadena productiva se debe cumplir con los controles de calidad adecuados que permitan brindar seguridad y confianza al consumidor final, es por esto que el empaque de los productos farmacéuticos es indispensable para asegurar la conservación y efectividad del medicamento hasta el momento de su uso.

PROM LTDA es una empresa dedicada a la producción de empaques plásticos para la industria farmacéutica y veterinaria. En los últimos años esta empresa ha tenido mayor participación en el mercado generando aumento en la producción de sus artículos, debido a estos cambios han adquirido nuevas tecnologías que han permitido tener mayor capacidad de producción, sin embargo han realizado estandarizaciones sin tener en cuenta criterios de optimización de tiempos en los procesos. En busca de mejorar sus procesos de producción e ingresar a nuevos mercados, la empresa ha empezado a implementar la norma ISO 9000, la cual es una herramienta que les permitirá garantizar la calidad de sus productos.

Esta investigación se divide en cinco capítulos, en el capítulo uno se pretende documentar los procesos para identificar puntos críticos y modificar los métodos de trabajo que así lo requieran, en el capítulo dos se establece el tiempo estándar del proceso de producción, en el capítulo tres se determinan las necesidades de los clientes y el nivel de satisfacción frente al producto, lo cual conlleva a construir un nuevo diseño que cumpla con las características deseadas y se especifica el criterio de calidad en el que la empresa se debe enfocar para lograr mayor competitividad en el mercado, en el capítulo cuatro se realiza una simulación con el software *Moldflow part adviser 6.0* con el fin de encontrar los parámetros que se deben implementar para mejorar el proceso y en el capítulo quinto se muestran las mejoras realizadas al proceso durante la investigación y el efecto sobre la productividad.



## 1. MARCO TEÓRICO

### 1.1 HISTORIA DE LOS POLIMEROS

Los polímeros naturales, por ejemplo la lana, la seda, la celulosa, etc., se han empleado profusamente y han tenido mucha importancia a lo largo de la historia. Sin embargo, hasta finales del siglo XIX no aparecieron los primeros polímeros sintéticos, como por ejemplo el celuloide.

Los primeros polímeros que se sintetizaron se obtenían a través de transformaciones de polímeros naturales. En 1839 Charles Goodyear realiza el vulcanizado del caucho. El nitrato de celulosa se sintetizó accidentalmente en el año 1846 por el químico Christian Friedrich Schönbein y en 1868, John W. Hyatt sintetizó el celuloide a partir de nitrato de celulosa.

El primer polímero totalmente sintético se obtuvo en 1909, cuando el químico belga Leo Hendrik Baekeland fabrica la baquelita a partir de formaldehído y fenol. Otros polímeros importantes se sinterizaron en años siguientes, por ejemplo el poliestireno (PS) en 1911 o el poli (cloruro de vinilo) (PVC) en 1912.

En 1922, el químico alemán Hermann Staudinger comienza a estudiar los polímeros y en 1926 expone su hipótesis de que se trata de largas cadenas de unidades pequeñas unidas por enlaces covalentes. Propuso las fórmulas estructurales del poliestireno y del polioximetileno, tal como las conocemos actualmente, como cadenas moleculares gigantes, formadas por la asociación mediante enlace covalente de ciertos grupos atómicos llamados "unidades estructurales". Este concepto se convirtió en "fundamento" de la química macromolecular sólo a partir de 1930, cuando fue aceptado ampliamente. En 1953 recibió el Premio Nobel de Química por su trabajo.

Wallace Carothers, trabajando en la empresa DuPont desde 1928, desarrolló un gran número de nuevos polímeros: poliésteres, poliamidas, neopreno, etc. La Segunda Guerra Mundial contribuyó al avance en la investigación de polímeros. Por ejemplo, fue muy importante la sustitución del caucho natural por caucho sintético.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Polímero [en línea]. Florida: Wikipedia foundation, 2008. [Consultado el 30 de marzo de 2008]. Disponible en Internet: <http://es.wikipedia.org/wiki/Pol%C3%ADmero>

## 1.2 DEFINICION DE POLÍMERO

En la publicación realizada por el ingeniero Juan Carlos Otero<sup>2</sup>, comenta que los polímeros derivan su nombre del griego poli, que significa muchos y meros que significa partes o elementos individuales puros, esto significa que son unidades repetitivas. En la actualidad la mayoría de los polímeros son contruidos a partir de compuestos químicos sencillos y abundantes, que mediante reacciones apropiadas logran construir las grandes moléculas. En los temas subsecuentes se estudiara como se logran estas reacciones y que consecuencias tienen para el producto resultante, el “polímero”.

**1.2.1 Materias primas de los polímeros.** La fuente más común de materia prima para los polímeros, son los hidrocarburos, polímeros como el polietileno (PE), se desarrollaron cuando se buscaba una aplicación a los gases desprendidos durante la refinación del petróleo en gasolina, estos gases contienen etileno, a partir del cual por un mecanismo de polimerización se obtiene el PE.

De igual forma, el polipropileno (PP), se obtiene de los gases de síntesis, sin embargo también es posible obtenerlo del gas natural, de los cuales existen inmensas reservas a nivel mundial, al igual que el PE, otra fuente común de polímeros es el benceno, del cual se pueden obtener el poliestireno (PS), las resinas de fenol formaldehído y las poliamida 66 (PA66), Debido a que la fuente de estos polímeros son los derivados del petróleo, a este grupo de polímeros se les denomina poliolefinas.

Los polímeros también pueden obtenerse a partir de fibras naturales como la celulosa, presente en todas las maderas, de hecho, los primeros polímeros se desarrollaron a partir de este recurso, obteniendo polímeros como el álcali celulosa, el acetato de celulosa y la nitrocelulosa.

El reciente interés por el desarrollo de polímeros desarrollados a partir de plantas y productos derivados de los animales, ha llevado al desarrollo de materiales a partir de almidones de todo tipo, como el almidón de yuca y de maíz denominados en ingles *Termo Plastics Starch* (TPS); polímeros como poliamidas y quitosana, desarrollados a partir de uno de los desechos alimenticios más grandes, las conchas de crustáceos y los hongos, cuya principal base es la quitina.

Polímeros producidos a partir de proteínas como la caseína, derivada de la leche; el colágeno; la queratina, presente en las uñas y el cabello; el colágeno, presente en la piel, tendones y huesos de animales y copolímeros aleatorios de aminoácidos.

---

<sup>2</sup> OTERO, Juan Carlos. Algunos conceptos fundamentales de materiales macromoleculares. Santiago de Cali: Universidad Autonoma de Occidente, 2007. 1 archivo de computador

Dentro de este mismo grupo de materiales, también se han desarrollado polímeros producidos por síntesis química clásica de bio-monómeros, como el bio-poliéster y el ácido poliláctico (PLA) y tal vez el grupo más interesante de ellos, lo constituyen los polímeros producidos directamente por microorganismos, como el polihidroalcanoatos (PHAs), el polihidrovalerato (PHV) y la celulosa bacteriana<sup>3</sup>.

### 1.3 HISTORIA DEL POLIETILENO

El polietileno fue sintetizado por primera vez por el químico alemán Hans Von Pechmann quien por accidente lo preparó en 1898 mientras calentaba diazometano. Cuando sus colegas Eugen Bamberger y Friedrich Tschirner caracterizaron la sustancia grasosa y blanca que él creó, descubrieron largas cadenas compuestas por  $-CH_2-$  y lo llamaron polietileno.

El 27 de Marzo de 1933 fue sintetizado como lo conocemos hoy en día, por Reginald Gibson y Eric Fawcett en Inglaterra, quienes trabajaban para los Laboratorios ICI. Esto fue logrado aplicando una presión de aproximadamente 1400 bar y una temperatura de 170°C, donde en una Autoclave fue obtenido el material de alta viscosidad y color blanquecino que hoy en día se conoce.

La presión requerida para lograr la polimerización del etileno era demasiado alta, por ello es que la investigación sobre catalizadores realizada por el Alemán Karl Ziegler y el italiano Giulio Natta, que dio origen a los catalizadores Ziegler-Natta valió el reconocimiento del más famoso premio a la ciencia a nivel mundial, el premio Nobel en 1963 por su aporte científico a la química. Con estos catalizadores se logra la polimerización a presión normal<sup>4</sup>.

**1.3.1 Tipos de Polietileno (PE).** Este polímero se obtiene a partir del etileno. Las dos variedades comerciales más conocidas de este polímero son el polietileno de baja densidad (LDPE) y el de alta densidad (HDPE). La diferencia en sus propiedades y aplicaciones vienen dadas por el grado de cristalinidad que cada uno puede alcanzar.

El polietileno de baja densidad (LDPE), posee una estructura muy ramificada y por ende una baja cristalinidad. Sus principales aplicaciones son la fabricación de bolsas plásticas, tuberías y recubrimiento para cables.

#### **Características**

- ✓ No tóxico
- ✓ Flexible Liviano
- ✓ Transparente

---

<sup>3</sup> Ibid., p. 7 - 8

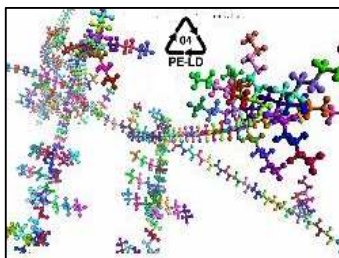
<sup>4</sup> Polímero, Op. Cit., Disponible en Internet: <http://es.wikipedia.org/wiki/Pol%C3%ADmero>.

- ✓ Inerte (al contenido)
- ✓ Impermeable
- ✓ Poca estabilidad dimensional, pero fácil procesamiento
- ✓ Bajo costo

Polietileno de alta densidad (HDPE), posee una mayor cristalinidad debido a su estructura prácticamente lineal, encuentra aplicaciones como tuberías, recipientes, enseres domésticos, aislamiento para cables, juguetes y asientos para uso público, entre otras<sup>5</sup>.

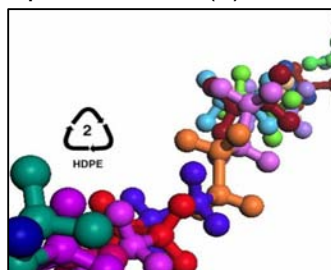
- ✓ Resistente a las bajas temperaturas
- ✓ Alta resistencia a la tensión; compresión, tracción
- ✓ Baja densidad en comparación con metales u otros materiales
- ✓ Impermeable
- ✓ Inerte (al contenido), baja reactividad
- ✓ No tóxico
- ✓ Poca estabilidad dimensional

Figura 1. Representación esquemática de (a) LDPE



Fuente: OTERO, Juan Carlos. Algunos conceptos fundamentales de materiales macromoleculares. Santiago de Cali: Universidad Autónoma de Occidente, 2007. 1 archivo de computador.

Figura 2. Representación esquemática de (a) HDPE



Fuente: OTERO, Juan Carlos. Algunos conceptos fundamentales de materiales macromoleculares. Santiago de Cali: Universidad Autónoma de Occidente., 2007. 1 archivo de computador.

<sup>5</sup> LOPEZ, Francisco C. Fundamentos de polímeros [en línea]. Mérida: Universidad de los Andes, 2004. [Consultado el 30 de marzo de 2008]. Disponible en Internet: <http://www.saber.ula.ve/db/ssaber/edocs/eventos/escuela-quimica/vi-escuela/cursos/polimeros.pdf>

**1.3.2 Procesamiento del polietileno.** El Polietileno se usa para diferentes tipos de productos finales, para cada uno de ellos se utilizan también diferentes procesos, entre los más comunes se encuentran:

- ✓ Extrusión: Película, cables, hilos, tuberías.
- ✓ Moldeo por inyección: Partes en tercera dimensión con formas complicadas.
- ✓ Inyección y soplado: Botellas de diferentes tamaños.
- ✓ Extrusión y soplado: Bolsas o tubos de calibre delgado.
- ✓ Extrusión y soplado de cuerpos huecos: Botellas de diferentes tamaños.
- ✓ Rotomoldeo : Depósitos y formas huecas de grandes dimensiones

El polietileno tiene un color lechoso translúcido, este color se puede modificar con tres procedimientos comunes:

- ✓ Añadir pigmento polvo al PE antes de su procesamiento
- ✓ Colorear todo el PE antes de su procesamiento
- ✓ Usar un concentrado de color (conocido en inglés como masterbatch), el cual representa la forma más económica y fácil de colorear un polímero.

Aditivos necesarios para el uso final son importantes, dependiendo de la función final se recomiendan por ejemplo: Antioxidantes, antiinflama, antiestáticos, antibacteriales<sup>6</sup>.

## **1.4 LA IMPORTANCIA DE LA PRODUCTIVIDAD**

Según Niebel<sup>7</sup> El único camino para que una empresa o negocio pueda crecer y aumentar su rentabilidad (o sus utilidades) es aumentando su productividad. Por incremento en la productividad se entiende el aumento en la producción por hora de trabajo.

El instrumento fundamental que origina una mayor productividad es la utilización de métodos, el estudio de tiempos (a veces llamado medición del trabajo) y un sistema de pago de salarios. Se debe comprender claramente que todos los aspectos de un negocio o industria como las ventas, finanzas, producción, ingeniería, costos, mantenimiento y administración las cuales son áreas fértiles para la aplicación de métodos, estudio de tiempos y sistemas adecuados de pago de salarios, aumentarán la productividad de la empresa. La sección o área de producción de una industria puede considerarse como el corazón de la misma y si la actividad de esta sección se interrumpiese, toda la empresa dejaría de ser productiva.

---

<sup>6</sup> Polímero, Op. Cit., Disponible en Internet: <http://es.wikipedia.org/wiki/Pol%C3%ADmero>.

<sup>7</sup> NIEBEL, Benjamin W. Ingeniería industrial métodos, tiempos y movimientos. 9 ed. México: Alfaomega, 1996. p. 1 - 3.

Es en el departamento de producción es donde se solicita y controla el material que se va a trabajar, se determinará la secuencia de las operaciones, las inspecciones y los métodos, se piden las herramientas, se asignan tiempos, se programa, se distribuye y se lleva el control del trabajo, y donde se logra la satisfacción de los clientes.

Si se considera al departamento de producción como el corazón de una empresa industrial, las actividades de métodos, estudio de tiempos y salarios son el corazón del grupo de fabricación. Más que en cualquier otra parte, es aquí donde se determina si un producto se va a producir competitivamente. También es aquí donde se aplican la iniciativa y el ingenio para desarrollar herramientas, relaciones hombre-máquina y estaciones de trabajo eficientes para trabajos nuevos antes de iniciar la producción, asegurando de este modo que el producto pase las pruebas frente a la fuerte competencia. En esta fase es donde se emplea continuamente la creatividad para mejorar los métodos existentes y afirmar o asegurar a la empresa en posición de liderazgo en su línea de productos.

## **1.5 REGISTROS Y ANALISIS DEL PROCESO**

**1.5.1 Diagrama de procesos.** Esta herramienta de análisis es una representación gráfica de los pasos que se siguen en una secuencia de actividades que constituyen un proceso o un procedimiento, identificándolos mediante símbolos de acuerdo con su naturaleza; además, incluye toda la información que se considera necesaria para el análisis, tal como distancias recorridas, cantidad considerada y tiempo recorrido.

Con fines analíticos y ayuda para descubrir y eliminar ineficiencias, es conveniente clasificar las acciones que tienen lugar durante un proceso dado en cinco categorías, conocidas bajo los términos de operaciones, transportes, inspecciones, retrasos o demoras y almacenajes.

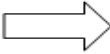

**1.5.2 Diagrama del proceso de operación.** El diagrama del proceso de operación es la representación gráfica de los puntos en los que se introducen materiales en el proceso y del orden de las inspecciones y de todas las operaciones, excepto las incluidas en la manipulación de los materiales; además, puede comprender cualquier otra información que se considere necesaria para el análisis; por ejemplo el tiempo requerido, la situación de cada paso o si los ciclos de fabricación son los adecuados.

Los objetivos de este diagrama son proporcionar una imagen clara de toda la secuencia de los acontecimientos del proceso. Por lo tanto, permite estudiar las fases del proceso en forma sistemática o mejorar la disposición de los locales y el manejo de los materiales con el fin de disminuir las demoras,

comparar dos métodos, y estudiar las operaciones para eliminar el tiempo improductivo. Además, otorga la posibilidad de estudiar las operaciones y las inspecciones interrelacionadas dentro de un mismo proceso. Los diagramas del proceso de la operación difieren ampliamente entre sí a consecuencia de las diferencias entre los procesos que representan.

Es necesario colocar ciertos datos en el formulario del diagrama del proceso de operación como: método actual o método propuesto, número del plano, número de la pieza u otro número de identificación, fecha de elaboración del diagrama y nombre de la persona que lo hizo.

Figura 3. Símbolos del diagrama de procesos

ACTIVIDAD	DEFINICIÓN	SÍMBOLO
<b>Operación</b>	Ocurre cuando se modifican las características de un objeto o se le prepara para otra operación, transporte, inspección, o almacenaje. Una operación también ocurre cuando da o se recibe información o se planea algo.	
<b>Transporte</b>	Ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son movidos de un lugar a otro, excepto cuando tales movimientos forman parte de una operación o inspección	
<b>Inspección</b>	Ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son examinados para su identificación o para comprobar y verificar la calidad o cualesquiera de sus características	
<b>Demora</b>	Ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son retenidos y protegidos contra movimientos o usos no autorizados	
<b>Almacenaje</b>	Ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son retenidos y protegidos contra movimientos o usos no autorizados	
<b>Actividad Combinada</b>	Se presenta cuando se desea indicar actividades conjuntas por el mismo operador en el mismo puesto de trabajo los símbolos empleados para dichas actividades (operación e inspección) se combinan con el círculo inscrito en el cuadro	

Fuente: GARCIA C, Roberto. Estudio del trabajo: Ingeniería de métodos y medición del trabajo. 2 ed. México: Mc Graw Hill, 2005. p. 42 - 43

**1.5.3 Diagrama de proceso de flujo.** Según García<sup>8</sup>, Un diagrama de proceso de flujo es una representación grafica de la secuencia de todas las operaciones, transportes, inspecciones, esperas y almacenamientos que ocurren durante un proceso. Incluye, además la información que se considera deseable para el análisis.

El propósito principal de los diagramas de flujo es proporcionar una imagen clara de toda secuencia de acontecimientos del proceso y mejorar la

<sup>8</sup> GARCIA C, Roberto. Estudio del trabajo: Ingeniería de métodos y medición del trabajo. 2 ed. México: Mc Graw Hill, 2005. p. 42 - 69

distribución de los locales y el manejo de los materiales. También sirve para disminuir las esperas, estudiar las operaciones y otras actividades interrelacionadas. Igualmente ayuda a comparar métodos, eliminar el tiempo improductivo y escoger operaciones para su estudio detallado. En este diagrama se utilizan las mismas actividades de operación, transporte, inspección, demora y almacenaje con su símbolo correspondiente.





## 1.6 ANÁLISIS DE MOVIMIENTOS

El análisis de los movimientos es el estudio de todos y cada uno de los movimientos de cualquier parte del cuerpo humano para poder realizar un trabajo en la forma más eficiente.

Para lograr este propósito es preciso dividir un trabajo en todos sus elementos básicos y analizar cada uno de ellos tratando de eliminar o, si esto no es posible de simplificar sus movimientos. En otras palabras se trata de buscar un método de trabajo que sea más fácil y más económico. Para llevar a cabo este análisis se dispone de las siguientes técnicas: el diagrama bimanual, el análisis de movimientos básicos y los principios de la economía de movimientos.

**1.6.1 Diagrama bimanual.** Este diagrama muestra todos los movimientos realizados por la mano izquierda y por la mano derecha y la relación que existe entre ellos. El diagrama bimanual sirve principalmente para estudiar operaciones repetitivas, en cuyo caso se registra un ciclo completo de trabajo. Para representar las actividades se emplean los mismos símbolos que se utilizan en los diagramas de proceso, pero se les atribuye un sentido distinto para que abarquen más detalles.

Figura 4. Símbolos del diagrama bimanual

ACTIVIDAD	DEFINICIÓN	SÍMBOLO
<b>Operación</b>	Se emplea para los actos de sujetar, utilizar, soltar, etc., una herramienta-pieza o material.	
<b>Transporte</b>	Se emplea para representar el movimiento de la mano hasta el trabajo herramienta o material o desde uno de ellos.	
<b>Inspección</b>	Se emplea para indicar el tiempo en el que la mano no trabaja. (aunque quizá trabaje la otra)	
<b>Sostenimientos y almacenamiento</b>	Con los diagramas bimanuales no se emplea el termino almacenamiento, y el símbolo que le correspondía se utiliza para indicar el acto de sostener alguna pieza, herramienta o material con la mano cuya actividad se esta consignando	

Fuente: GARCIA C, Roberto. Estudio del trabajo: Ingeniería de métodos y medición del trabajo. 2 ed. México: Mc Graw Hill, 2005. p. 79



**1.6.2 Análisis de movimientos básicos.** Si se parte del principio de que para realizar todo trabajo se requiere del insumo de un conjunto de movimientos básicos, se puede afirmar que la eficiencia de cualquier método estándar depende de que emplee exclusivamente movimientos básicos.

El iniciador de esta técnica es Frank B Gilbreth, quien junto a su esposa Lillian, definieron todos los movimientos necesarios para realizar cualquier tarea, teniendo en cuenta la posibilidad de mejorar la operación eliminando todos los movimientos superfluos para lograr así la máxima eficiencia.

Posteriormente aparecieron nuevas técnicas de análisis de movimientos básicos, los cuales además de clasificarlos establecieron tiempos para su ejecución. A estas técnicas se les denomina de tiempos predeterminados. La ventaja de estas herramientas es que permiten analizar simultáneamente el método y el tiempo de ejecución y así seleccionar la alternativa que, en cuanto a tiempo es más recomendable implantar<sup>9</sup>.

**1.6.3 Principios de economía de movimientos.** Además de la división básica de los movimientos, existen principios de economía de movimientos, los cuales también fueron desarrollados por Gilbreth y completados por Ralph Barnes. Estas leyes son aplicables a cualquier tipo de trabajo, pero se agrupan en tres subdivisiones básicas: aplicación y uso del cuerpo humano, arreglo del área de trabajo y diseño de herramientas y equipo.

✓ **Aplicación y uso del cuerpo humano.** Las dos manos deben empezar y terminar sus movimientos al mismo tiempo, y no deben estar simultáneamente ociosas, excepto en periodos de descanso. Los movimientos de los brazos deben hacerse de manera simultánea en direcciones opuestas y simétricas.

Los movimientos de las manos deben ser confinados a su rango más bajo, pero sin perjudicar la eficiencia del trabajo realizado. El trabajador debe aprovechar, en cuanto sea posible, el impulso que pudiera traer el material sobre el que trabaja y evitar comunicárselo o retirárselo con esfuerzo muscular propio.

Se deben preferir los movimientos suaves y continuos de las manos, nunca en zigzag o en líneas rectas con cambios bruscos de dirección. Los movimientos libres son más fáciles, rápidos y precisos que los rígidos, fijos o controlados. El ritmo es esencial para realizar una operación manual de manera suave y automática, procurando, en cuanto sea posible, adquirirlo en forma natural y fácil.

✓ **Arreglo del área de trabajo**

---

<sup>9</sup> Ibid., p. 79 – 82.

Es imposible que se cuente con un lugar fijo y determinado para todas las herramientas materiales y controles, los cuales deben estar localizados enfrente del operador y lo más cerca posible<sup>10</sup>.

## **1.7 MEDICION DEL TRABAJO**

García dice que: “La medición del trabajo es un método investigativo basado en la aplicación de diversas técnicas para determinar el contenido de una tarea definida fijando el tiempo que un trabajador calificado invierte en llevarla a cabo con arreglo a una norma de rendimiento preestablecida”<sup>11</sup>.

**1.7.1 Objetivos de la medición del trabajo.** Dos son los objetivos que podemos satisfacer con la medición:

- ✓ Incrementar la eficiencia del trabajo.
- ✓ Proporcionar estándares de tiempo que servirán de información a otros sistemas, como el de costos de programación de la producción, supervisión, etc.

La medición del trabajo es la parte cuantitativa del estudio del trabajo, que indica el resultado del esfuerzo físico desarrollado en función del tiempo permitido a un operador para terminar una tarea específica, siguiendo a un ritmo normal un método predeterminado.

El tiempo estándar es el patrón que mide el tiempo requerido para terminar una unidad de trabajo, mediante el empleo de un método y equipo estándar, por un trabajador que posee la habilidad requerida, que desarrolla una velocidad normal que pueda mantener día tras día sin mostrar síntomas de fatiga. Cuando el tiempo estándar se aplica correctamente permite reducir los costos cuando se elimina un trabajo improductivo, los tiempos ociosos y también mejora las condiciones obreras<sup>12</sup>.

**1.7.2 Selección del operario.** Para iniciar el estudio de tiempos se hace a través del jefe del departamento o del supervisor de línea. Si más de un operario está efectuando el trabajo para el cual se van a establecer sus estándares, varias consideraciones deberán ser tomadas en cuenta en la selección del operario que se usará para el estudio. En general, el operario de tipo medio o el que está algo más arriba del promedio, permitirá obtener un estudio más satisfactorio que el efectuado con un operario poco experto o con uno altamente calificado. El operario medio normalmente realizará el trabajo consistente y sistemáticamente. Su ritmo tenderá a estar en el intervalo

---

<sup>10</sup> Ibid., p. 86

<sup>11</sup> Ibid., p. 86

<sup>12</sup> Ibid., p. 177 - 179

aproximado de lo normal, facilitando así al analista de tiempos el aplicar un factor de puntuación correcto.

El operario deberá estar bien entrenado en el método a utilizar, tener gusto por su trabajo e interés en hacerlo bien. Debe estar familiarizado con los procedimientos del estudio de tiempos y su práctica, y tener confianza en los métodos de referencia así como en el propio analista. Es importante que el operario tenga espíritu de cooperación, de manera que acate de buen grado las sugerencias hechas por el supervisor y el analista.

✓ **Trato con el operario.** De la técnica usada por el analista del estudio de tiempos para establecer contacto con el operario seleccionado dependerá mucho la cooperación que reciba. A este trabajador deberá tratársele amistosamente e informársele que la operación va a ser estudiada. Debe dársele oportunidad de que haga todas las preguntas que desee acerca de cosas como técnica de toma de tiempos, método de evaluación y aplicación de márgenes. En casos en que el operario sea estudiado por primera vez, el analista debe responder a todas a todas las preguntas sincera y pacientemente. Además debe animar al operario a que proporcione sugerencias y, cuando lo haga, éstas deberán recibirse con agrado demostrándole que se respeta su habilidad y sus conocimientos.

El analista debe mostrar interés en el trabajo del operario, y en toda ocasión ser justo y franco con su comportamiento hacia el trabajador. Esta estrategia de acercamiento hará que se gane la confianza del operario, y el analista encontrará que el respeto y la buena voluntad obtenidos le ayudarán no sólo a establecer un estándar justo, sino que también harán más agradables los trabajos futuros.<sup>13</sup>

**1.7.3 Definición de elemento.** Elemento es una parte esencial y definida de una actividad o tarea determinada compuesta por uno o más movimientos fundamentales del operador y de los movimientos de una máquina o las fases de un proceso seleccionado para fines de observación y cronometraje.

✓ **División de la operación en elementos.** Para realizar la medición de una forma más fácil, la operación se divide en grupos de therbligs conocidos como “elementos”. A fin de descomponer la operación en sus elementos, el analista debe observar al trabajador durante varios ciclos. Sin embargo, si el ciclo es relativamente largo (más de 30 minutos), el observador debe escribir la descripción de los elementos mientras realiza el estudio. De ser posible, los elementos en los que se va a dividir la operación deben determinarse antes de comenzar el estudio. Los elementos deben dividirse en partes lo más pequeñas posibles, pero no tan finas que se sacrifique la exactitud de las lecturas.

Las reglas principales para efectuar la división en elementos son:

---

<sup>13</sup> NIEBEL, Op. cit., p. 364 - 365

- ✓ Asegurarse de que son necesarios todos los elementos que se efectúan. Si se descubre que algunos son innecesarios, el estudio de tiempos debería interrumpirse y llevar a cabo un estudio de métodos para obtener el método apropiado.
- ✓ Conservar siempre por separado los tiempos de máquina y los correspondientes a ejecución manual.
- ✓ No combinar constantes con variables.
- ✓ Seleccionar elementos de manera que sea posible identificar los puntos terminales por algún sonido característico.
- ✓ Seleccionar los elementos de modo que puedan ser cronometrados con facilidad y exactitud.<sup>14</sup>

• **Clases de elementos.** Los elementos se dividen básicamente en dos clases:

- ✓ Elementos regulares o repetitivos. Son los que aparecen una vez en cada ciclo de trabajo. Ejemplo: poner y quitar piezas en la máquina.
- ✓ Elementos casuales o irregulares. Son los que no aparecen en cada ciclo del trabajo, sino a intervalos tanto regulares como irregulares. Ejemplo: limpiar rebaba, regular la tensión, recibir instrucciones del supervisor, abastecer piezas en bandejas para alimentar una máquina; estos elementos forman parte del trabajo provechoso y se deben incorporar al tiempo definitivo de la operación<sup>15</sup>

**1.7.4 Toma de tiempos.** Existen dos técnicas para anotar los tiempos elementales durante un estudio.

• **El método de regresos o vuelta a cero.** El cronómetro se lee a la terminación de cada elemento, y luego las manecillas se regresan a cero de inmediato. Al iniciarse el siguiente elemento las manecillas parten de cero. El tiempo transcurrido se lee directamente en el cronómetro al finalizar este elemento las manecillas se regresan a cero otra vez. Este procedimiento se sigue durante todo el estudio.

• **El método continuo.** Se deja correr el cronómetro mientras dura el estudio. En esta técnica, el cronómetro se lee en el punto terminal de cada elemento<sup>16</sup>.

---

<sup>14</sup>NIEBEL, Op. cit., p. 368 - 369

<sup>15</sup>GARCIA C, Op. cit., p. 225 – 231

<sup>16</sup>Ibid., p. 372.

**1.7.5 Calificación del ritmo de trabajo.** Es la técnica para determinar equitativamente el tiempo requerido por un operador normal para ejecutar una tarea. Se entiende por operador normal al operador competente y altamente experimentado que trabaje en las condiciones que prevalecen normalmente en la estación de trabajo, a un ritmo ni demasiado rápido ni demasiado lento, sino representativa de un término medio.

El plan o método para calificar la actuación que es más fácil de aplicar, más fácil de explicar y que da los resultados más válidos, es la calificación por velocidad o ritmo aumentada por puntos de referencia sintéticos. En este procedimiento el valor 100 se considera normal, y las actuaciones superiores a las normales se indican por medio de valores directamente proporcionales a 100. Por la tanto, una calificación de 120 indicaría una actuación superior en un 20% a la normal. Una calificación de 60 indicaría que un operario trabaja a un ritmo de sólo 0.60 del normal. La escala de calificaciones por velocidad abarca generalmente un intervalo de 0.50 hasta 1.50.

**1.7.6 Suplementos.** Es el tiempo que se concede al trabajador con objeto de compensar retrasos, las demoras y los elementos contingentes que son partes regulares de la tarea.

- **Suplementos que pueden concederse:** Tres son los suplementos que pueden concederse en un estudio de tiempos:

- ✓ Suplementos por retrasos personales.
- ✓ Suplementos por retrasos por fatiga (descanso).
- ✓ Suplementos por retrasos especiales, incluye:
  - Demoras debidas a elementos contingentes poco frecuentes.
  - Demoras en la actividad del trabajador provocadas por supervisión.
  - Demoras causadas por elementos extraños inevitables, concesión que puede ser temporal o definitiva.

- **Valor de los suplementos**

- ✓ En general, los suplementos personales son constantes para un mismo tipo de trabajo. Para personas normales fluctúan entre 4% y 7%.

- ✓ Los suplementos para compensar retrasos especiales pueden variar entre amplios límites, aunque en trabajos bien estudiados no es raro encontrar que sean de entre 1% y 5%.
- ✓ Los suplementos para vencer la fatiga, en trabajos relativamente ligeros, son en general del orden de 4%.
- ✓ Los suplementos totales para trabajos ligeros bien estudiados fluctúan entre 8% y 15%.
- ✓ Los suplementos totales para trabajos medianos bien estudiados oscilan entre 12% y 40%.
- ✓ Los suplementos totales para trabajos pesados no son fáciles de estimar, pero en general son mayores del 20%.
- ✓ En general, cuando los suplementos totales suman más de 20%, no es necesario añadir el suplemento por fatiga.

- **Cálculo de la cantidad variable del suplemento**

García expresa<sup>17</sup> que los factores que deben tenerse en cuenta para calcular el suplemento variable pueden ser:

- ✓ Trabajo de pie
- ✓ Postura anormal
- ✓ Levantamiento de pesos o uso de fuerza
- ✓ Intensidad de la luz
- ✓ Calidad del aire
- ✓ Tensión visual
- ✓ Tensión auditiva
- ✓ Tensión mental
- ✓ Monotonía mental
- ✓ Monotonía física

Trabajo de pie. Este tipo de trabajo lleva consigo un suplemento adicional. En diversos países la ley ha reconocido que el trabajo de pie es más agotador y exige que en el lugar de trabajo o cerca de él haya asientos para los periodos de descanso.

Postura anormal. La postura anormal del obrero occidental es de pie o sentado, con el trabajo más o menos a la altura de la cintura. Las demás posturas resultan anormales y se les debe asignar un suplemento según el grado en que sean forzadas.

Levantamiento de pesos o uso de fuerza. Cuando el peso máximo de la carga que puede ser transportada manualmente por un trabajador adulto de sexo

---

<sup>17</sup> GARCIA C, Op. cit., p. 225 – 231

masculino sea superior a 55 kilogramos, deberían adoptarse medidas lo más rápidamente posible para reducirlo a ese nivel. El peso máximo admisible para las mujeres y menores debería ser considerablemente inferior al fijado para los adultos de sexo masculino.

Intensidad de la luz. Si se trabaja con menos luz que la recomendada por las condiciones normales e imposible aumentarla, se debe conceder un suplemento según el grado en que deba forzarse la vista. Sin embargo, la luz es mala no sólo cuando es poca, sino también cuando hay resplandor o contrastes violentos entre la superficie del trabajo y el ambiente circundante.

Calidad del aire. Los suplementos no deben servir para compensar las variaciones de clima, sino para contrarrestar los efectos de un aire viciado por algún factor propio del trabajo que no se pueda eliminar totalmente.

Tensión visual. La vista se esfuerza cuando el trabajo que se hace o el instrumento que se emplea exigen gran concentración, por ejemplo fabricar relojes.

Tensión auditiva. El oído es notablemente resistente cuando se le impone un ruido fuerte a intervalos irregulares, como el de una remachadora o cuando debe distinguir variaciones de la tonalidad, intensidad o calidad de un sonido.

Tensión mental. La tensión mental puede ser causada por una concentración prolongada, como la necesaria para recordar las fases de un proceso largo y complejo. También puede deberse al esfuerzo de vigilar varias máquinas al mismo tiempo.

Monotonía mental. Proviene generalmente del empleo repetido de ciertas facultades mentales, como hacer un cálculo mental, y tiene mayores probabilidades de producirse con un trabajo corriente de oficina que en un taller.

Monotonía física. Es la sensación causada por el uso repetido de ciertos miembros u órganos (dedos, manos, brazos y piernas). El estudio de métodos al simplificar el trabajo lo hace más fastidioso para los operarios diestros, pero a menudo lo pone al alcance de los inexpertos. El aburrimiento se puede combinar colocando a los trabajadores, especialmente a las muchachas jóvenes, en puestos que les permitan conversar con las más próximas mientras trabajan

**1.7.7 Análisis ABC.** El análisis ABC divide el inventario disponible en tres clases según el volumen monetario anual como lo afirma Heyser:

El análisis ABC es una aplicación de lo que se conoce como el principio de Pareto. El principio de Pareto manifiesta que hay unos pocos críticos y un gran número de triviales.

Para determinar el volumen anual para el análisis ABC, se multiplica la demanda anual de cada artículo en inventario y el coste por unidad. Los artículos de la clase A son aquellos en los que el volumen anual es alto. Dichos artículos pueden representar del 15% al 75% del total de los artículos del inventario pero representan del 70 al 80% del costo total del inventario. Los artículos de la clase B son aquellos artículos del inventario con un volumen anual medio. Estos artículos pueden representarse aproximadamente el 30% del inventario total, y representan del 15 al 25% del valor total del inventario. Aquellos artículos con un bajo volumen anual son la clase C, la cual representa solo el 5% del volumen anual, pero aproximadamente el 55% del total de los artículos<sup>18</sup>.

**1.7.8 Definición del QFD.** Las tres letras Q, F y D son las iniciales de las tres palabras *Quality Function Deployment* que significa Despliegue de la Función de Calidad, como lo indica Tamayo:

El QFD es un sistema que busca focalizar el diseño de los productos y servicios en dar respuesta a las necesidades de los clientes. Esto significa alinear lo que el cliente requiere con lo que la organización produce.

El QFD permite a una organización entender la prioridad de las necesidades de sus clientes y encontrar respuestas innovadoras a esas necesidades, a través de la mejora continua de los productos y servicios en búsqueda de maximizar la oferta de valor<sup>19</sup>.

- **Origen del Despliegue en la Función de la Calidad.** Prassana menciona<sup>20</sup> que el QFD fue desarrollado primero en Japón a finales de los años 60 por el profesor Yoji Akao y el profesor Shigeru Mizuno como un sistema de calidad. El QFD fue orientado a lograr productos y servicios que satisfacen eficientemente a sus clientes. Uno debe escuchar la “voz del cliente” a través del producto o mantener proceso del desarrollo. Después de la Segunda Guerra Mundial, el control estadístico de la calidad había echado raíces en la industria fabril japonesa. Las actividades vinculadas a la calidad estaban integradas con las técnicas que acentuaban la importancia de controlar la calidad como parte de la gestión de negocios.

---

<sup>18</sup> HEYSER, Jay; BARRY, Render. Dirección de la producción. 4 ed. España: Prentice Hall, 1997. p. 50

<sup>19</sup> TAMAYO E, Francisco; GONZALES B, Verónica. ¿Qué es QFD? Descifrando el despliegue de la función de calidad [en línea]. México: Asociación Latinoamericana de QFD, 2008. [Consultado el 15 de abril de 2008]. Disponible en Internet: <http://www.qfdlat.com/Imagenes/QFD.pdf>

<sup>20</sup> PRASSANA, Kumar. Despliegue en función de la calidad (Akao) [en línea]. The Netherlands: 12 Manage the executive fast track, 2008. [Consultado el 15 de abril de 2008]. Disponible en Internet: [http://www.12manage.com/methods\\_akao\\_quality\\_function\\_deployment\\_es.html](http://www.12manage.com/methods_akao_quality_function_deployment_es.html)



Mizuno y Akao desearon desarrollar un método de aseguramiento de la calidad que incluiría la satisfacción del cliente en un producto antes de que fuera manufacturado. Los métodos anteriores de control de calidad estaban dirigidos sobre todo a controlar un problema durante o después de que el producto fuese fabricado.

Yoji Akao fue el primer pionero en desarrollar el QFD de 1965 a 1967 en la empresa Matsushita Electric de Japón. En 1966, Kiyotaka Oshiumi de Bridgestone en Japón presentó la primera aplicación de gran escala, para lo cual utilizó un diagrama de tipo espina de pescado para identificar cada requisito del cliente (efecto), e identificar las características de calidad del diseño sustituto y los factores del proceso (causas), que son necesarios para controlar y medir.

- **Uso del método QFD.** El método QFD se utiliza principalmente para:

- ✓ Dar prioridad a demandas y necesidades del cliente.
- ✓ Traducir estas necesidades en acciones y diseños tales como características y especificaciones técnicas.
- ✓ Construir y entregar un producto o servicio de calidad, enfocando varias funciones del negocio para lograr una meta común.
- ✓ El QFD se ha aplicado a todas las industrias: aeroespacial. Fabricación. Software, comunicación, químico y farmacéutico, transporte, defensa, gobierno I&D, alimentos e industrias de servicios.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GENERAL**

Normalizar y estandarizar el proceso de fabricación de productos poliméricos, mejorarlos y diseñarlos con el fin de incrementar la productividad de la empresa PROM LTDA.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Analizar el proceso con el fin de determinar el método actual de producción y los puntos críticos en el método.
- Realizar el estudio de tiempos con el fin de determinar el tiempo estándar del producto.
- Identificar las necesidades de los clientes a través de un estudio QFD para conocer las características relevantes de los productos y efectuar un análisis comparativo con la competencia.
- Desarrollar pruebas de simulación del producto y del proceso utilizando herramientas informáticas.

### 3. RESULTADOS OBTENIDOS

La empresa PROM LTDA fabrica principalmente dos líneas de productos; la línea farmacéutica y la línea veterinaria. Dentro de la línea farmacéutica se encuentran productos como:

Figura 5. Aplicadores plásticos para cremas de uso vaginal



Fuente: Procesos de manufactura limitada [en línea]. Santiago de Cali: PROM LTDA, 2006. [Consultada el 15 de mayo de 2008] Disponible en Internet: <http://www.promltda.com/lineafarmaceutica.html>

Figura 6. Cubiertas para tela adhesiva



Fuente: Procesos de manufactura limitada [en línea]. Santiago de Cali: PROM LTDA, 2006. [Consultada el 15 de mayo de 2008] Disponible en Internet: <http://www.promltda.com/lineafarmaceutica.html>

Figura 7. Cánulas



Fuente: Procesos de manufactura limitada [en línea]. Santiago de Cali: PROM LTDA, 2006. [Consultada el 15 de mayo de 2008] Disponible en Internet: <http://www.promltda.com/lineafarmaceutica.html>

Figura 8. Envases



Fuente: Procesos de manufactura limitada [en línea]. Santiago de Cali: PROM LTDA, 2006. [Consultada el 15 de mayo de 2008] Disponible en Internet: <http://www.promltda.com/lineafarmaceutica.html>

En la línea veterinaria los productos fabricados son:

Figura 9. Jeringas intramamarias



Fuente: Fuente: Procesos de manufactura limitada [en línea]. Santiago de Cali: PROM LTDA, 2006. [Consultada el 15 de mayo de 2008] Disponible en Internet: <http://www.promltda.com/lineaveterinaria.html>

Figura 10. Envases



Fuente: Fuente: Procesos de manufactura limitada [en línea]. Santiago de Cali: PROM LTDA, 2006. [Consultada el 15 de mayo de 2008] Disponible en Internet: <http://www.promltda.com/lineaveterinaria.html>

Figura 11. Envases inyectables



Fuente: Fuente: Procesos de manufactura limitada [en línea]. Santiago de Cali: PROM LTDA, 2006. [Consultada el 15 de mayo de 2008] Disponible en Internet: <http://www.promltda.com/lineaveterinaria.html>

Figura 12. Jeringas orales



Fuente: Fuente: Procesos de manufactura limitada [en línea]. Santiago de Cali: PROM LTDA, 2006. [Consultada el 15 de mayo de 2008] Disponible en Internet: <http://www.promltda.com/lineaveterinaria.html>

Debido a que la empresa cuenta con gran variedad de productos, para realizar el proyecto de investigación fue necesario hacer la selección del producto de mayor contribución en ventas, de tal manera que al mejorar la productividad en los procesos de producción de este producto tenga mayor impacto en la rentabilidad de la empresa.

La selección de este producto se hizo por medio del análisis ABC (*Activity Based Costing*) o análisis de Pareto el cual permite comparar los productos y determinar cual es el de mayor participación en ventas, inventarios y utilidades para la empresa.

### 3.1 ANALISIS ABC O ANALISIS DE PARETO

El análisis de Pareto es una técnica que separa los “pocos vitales” de los “muchos triviales”. Una grafica Pareto se utiliza para separar gráficamente los aspectos significativos de un problema desde los triviales de manera que un equipo sepa a dónde dirigir sus esfuerzos para mejorar. Reducir los problemas más significativos servirá para una mejora general que reducir los más pequeños. Con frecuencia, un aspecto tendrá el 80% de los problemas. En el resto de los casos entre 2 y 3 aspectos serán responsables del 80%.

Este análisis se utiliza para:

- ✓ Identificar un producto o servicio para mejorar calidad
- ✓ Cuando existe la necesidad de llamar la atención a los problemas o causas de una forma sistemática.
- ✓ Identificar oportunidades a mejorar
- ✓ Analizar las diferentes agrupaciones de datos.
- ✓ Buscar las causas principales de los problemas y establecer la prioridad de las soluciones.
- ✓ Evaluar los resultados de los cambios efectuados a un proceso<sup>21</sup>

En este caso lo que se quiere conocer es cuál de los productos que fabrica la empresa tiene mayor participación en las ventas y así poder seleccionarlo como el producto a ser estudiado.

El diagrama de Pareto se construye con la información de cantidad vendida y el valor de las ventas de cada producto, esta información fue suministrada por la señora Amparo Quintero Méndez jefe de ventas de la empresa PROM LTDA a

---

<sup>21</sup> Gráfica de Pareto [en línea]. Madrid: Instituto para la calidad en las ONG, 2000.[Consultada el 15 de abril de 2008] Disponible en Internet: <http://www.ongconcalidad.org/pareto.pdf>

través de varias consultas realizadas. La información dada se utilizó para determinar los productos de mayor participación en ventas, sin embargo las cifras no se pueden publicar por políticas de privacidad de la empresa.

Las cifras suministradas son de las ventas del año 2007, debido a que el año 2008 todavía se encuentra en curso y con los datos anuales se puede realizar un estudio más exhaustivo.

La participación en las ventas de cada producto se encuentra relacionada en la siguiente tabla:

Tabla 1. Participación en ventas año 2007

<b>PRODUCTO</b>	<b>PARTICIPACION %</b>
Aplicadores vaginales	30,7%
Jeringas	16,0%
Inyectable 500	15,9%
Protectores	7,5%
Envases kumis	4,8%
Envase 1000 carval	3,7%
Tapa inyectable G y P	2,9%
Inyectable 250	3,0%
Inyectable 50	2,3%
Tapa cystoflo	1,7%
Garrafa 250	1,4%
Inyectable 20	1,2%
Inyectable 10	1,0%
Envase neguvon	1,1%
Inyectable 100	0,9%
Cánula estéril	0,9%
Envase neguvon	0,7%
Molidos	0,8%
Cucharas	0,6%
Tapa 38 BST y GYPH	0,5%
Tapa tobera	0,4%
Gar. Dosifi 100	0,3%
Envase 120	0,2%
Envase gota 60ml	0,1%
Inyectable 1000	0,2%
Grapa tip - ovo	0,1%
Tapas varias	0,1%
Fuelle rojo	0,1%
Envase gotero	0,1%
Frasco vidrio	0,1%
Tapa fuelle	0,1%
Tapón 28	0,1%
GFA dosif 500ml	0,1%

<b>PRODUCTO</b>	<b>PARTICIPACION %</b>
Tapa tipo cono NJA	0,0%
Tapón gotero	0,0%
Tapón T26	0,0%
Tapas neguvon	0,0%
Tapón got PEAD 30-60	0,0%
Cantag PS azul	0,3%
Cangilón	0,0%

Fuente: Departamento de ventas PROM LTDA. Santiago de Cali, 2008. 1 archivo de computador

Para realizar la clasificación ABC se deben tener la acumulación de ventas y así definir cuáles son los productos que tienen mayor contribución. La siguiente tabla muestra la clasificación ABC de los productos y la participación en ventas acumuladas:

Tabla 2. Clasificación ABC

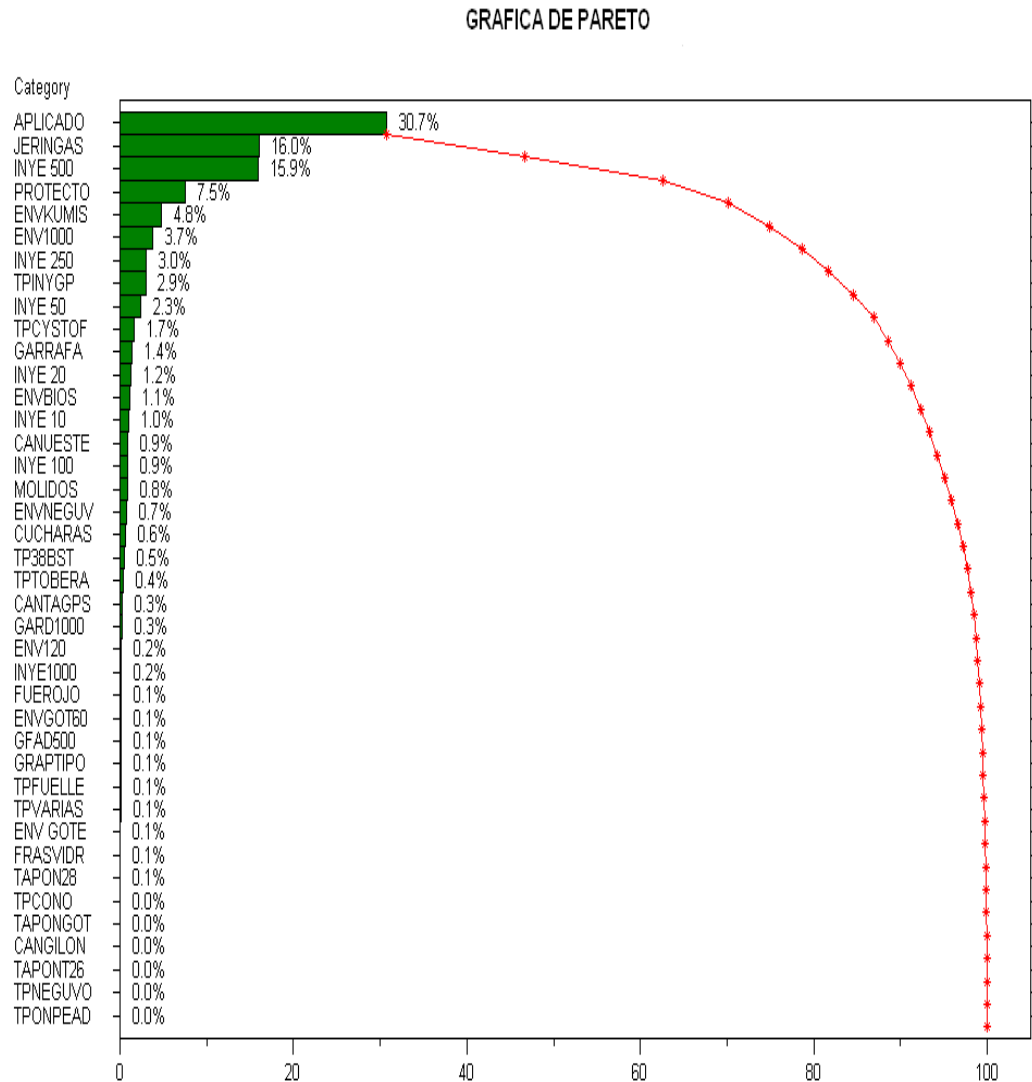
<b>PRODUCTO</b>	<b>PARTICIPACION %</b>	<b>PARTICIPACION ACUMULADA %</b>	<b>CLASIFICACION ABC</b>
Aplicadores vaginales	30,7%	30,7%	A
Jeringas	16,0%	46,7%	B
Inyectable 500	15,9%	62,6%	
Protectores	7,5%	70,1%	C
Envases kumis	4,8%	74,9%	
Envase 1000 carval	3,7%	78,6%	
Tapa inyectable G y P	2,9%	81,6%	
Inyectable 250	3,0%	84,6%	
Inyectable 50	2,3%	86,9%	
Tapa cystoflo	1,7%	88,6%	
Garrafa 250	1,4%	90,0%	
Inyectable 20	1,2%	91,2%	
Inyectable 10	1,0%	92,2%	
Envase neguvon	1,1%	93,3%	
Inyectable 100	0,9%	94,1%	
Cánula estéril	0,9%	95,0%	
Envase Neguvón	0,7%	95,8%	
Molidos	0,8%	96,6%	
Cucharas	0,6%	97,2%	



PRODUCTO	PARTICIPACION %	PARTICIPACION ACUMULADA %	CLASIFICACION ABC
Tapa 38 BST y GYPH	0,5%	97,7%	
Tapa tobera	0,4%	98,2%	
Gar. Dosifi 100	0,3%	98,4%	
Envase 120	0,2%	98,6%	
Envase gota 60ml	0,1%	98,7%	
Inyectable 1000	0,2%	98,9%	
Grapa tip - ovo	0,1%	99,0%	
Tapas varias	0,1%	99,1%	
Fuelle rojo	0,1%	99,2%	
Envase gotero	0,1%	99,3%	
Frasco vidrio	0,1%	99,3%	
Tapa fuelle	0,1%	99,4%	
Tapón 28	0,1%	99,5%	
GFA dosif 500ml	0,1%	99,6%	
Tapa tipo cono NJA	0,0%	99,6%	
Tapón gotero	0,0%	99,6%	
Tapón T26	0,0%	99,7%	
Tapas neguvon	0,0%	99,7%	
Tapón got PEAD 30-60	0,0%	99,7%	
Cantag PS azul	0,3%	100,0%	
Cangilón	0,0%	100,0%	

Con el fin de corroborar la informaron obtenida, se utilizó el programa NWA (*Quality Analyst*) en el laboratorio de ingeniería industrial de la Universidad Autónoma de Occidente para obtener el diagrama de Pareto.

Gráfico 1. Diagrama de Pareto.



Como se puede observar en el gráfico el producto de mayor contribución en las ventas de la empresa es el aplicador vaginal con un 30,7%. Por tal motivo este producto es seleccionado para realizar el estudio

**3.1.1 Definición del producto seleccionado.** El aplicador vaginal es un dispositivo que se utiliza para facilitar la aplicación de las cremas vaginales. El aplicador el llenado con la crema vaginal, se introduce en la cavidad vaginal y se empuja el émbolo hasta expulsar toda la crema, de tal manera que esta quede esparcida por todo el interior de la vagina y pueda hacer el efecto necesario. Las cremas vaginales contienen varias aplicaciones o dosis, esto depende del tratamiento que se formule para la infección.



Años atrás se utilizaba un aplicador para todas las dosis, después de cada aplicación debía ser desinfectado para ser reutilizado. Sin embargo el Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos INVIMA creó el decreto 4725 de 2005 (diciembre 26) donde se reglamento que todas las cremas vaginales debían ser vendidas con el número de aplicadores correspondientes al el número de dosis, de tal manera que el aplicador sea desechable y solo se utilice uno para cada dosis.

Al dar cumplimiento a este decreto las ventas de los aplicadores vaginales aumentaron, pues pasaron de vender un aplicador por crema vaginal a vender tres (3), seis (6) o siete (7) por crema.

Esta situación incrementó la producción del aplicador vaginal en la empresa PROM LTDA, convirtiéndose en el producto más importante y de mayor contribución en las ventas.

El aplicador vaginal consta principalmente de dos partes la base o cánula y el émbolo. En la figura 13 se muestra la ficha técnica del ensamble del aplicador vaginal y en los anexos A y B se encuentran las fichas técnicas correspondientes a las partes del aplicador vaginal.

Figura 13. Ficha técnica del aplicador vaginal ensamblado

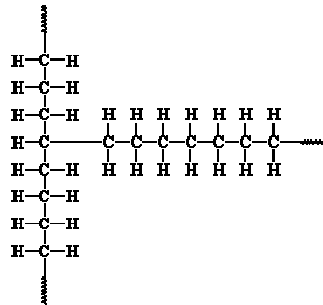
 <b>PROM LTDA.</b> Procesos de Manufactura		<b>PRODUCCION</b>		<b>CODIGO: PN-28</b> Rev : 22-02-08 VERSION 1	
<b>FICHA TÉCNICA DE PLASTICOS</b>					
					
<b>Nombre del producto</b>		<b>ENSAMBLE APLICADOR VAGINAL CLICK</b>			
<b>Código PROM</b>	3-201-2	<b>Fecha de elaboración</b>	24/05/08	<b>Versión</b>	1
<b>Cliente</b>					
<b>ESPECIFICACIONES DIMENSIONALES</b>			<b>ESPECIFICACIONES FISICAS</b>		
<b>Parámetro</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Unidad</b>	<b>Parámetro</b>	<b>Especificación</b>	
Aplicador Cargado	$229.3 \pm 3.0$	mm	<b>Peso</b>	N / A	
Aplicador Descargado	$127.5 \pm 2.0$	mm	<b>Color</b>	N / A	
N / A	N / A	N / A	<b>Material</b>	N / A	
N / A	N / A	N / A	<b>Capacidad de rebose</b>	N / A	
N / A	N / A	N / A			
N / A	N / A	N / A			
N / A	N / A	N / A			
<b>OBSERVACIONES</b>			<b>Realizó</b>	<b>Revisó</b>	<b>Aprobó</b>
N / A			<b>Nombre</b>	Y. LONDOÑO	J. COELLO
			<b>Cargo</b>	Dibujante	Jefe Aseg. Calidad
			<b>Firma</b>		

Fuente: Departamento de diseño y desarrollo PROM LTDA. Santiago de Cali, 2008. 1 archivo de computador

### 3.2 DETERMINAR EL MÉTODO ACTUAL DE PRODUCCIÓN Y LOS PUNTOS CRÍTICOS

**3.2.1 Insumos y materias primas del aplicador vaginal.** La materia prima que se utiliza para la fabricación de la base del aplicador vaginal es el polietileno de baja densidad (PEBD) sin procesar y el polietileno de baja densidad recuperado por molienda. El polietileno de baja densidad es un polímero de cadena ramificada.

Figura 14. Composición química PEBD



Fuente: Polyethylene [en línea]. Córdoba: Macrogalleria, 2008. [Consultada el 25 de abril de 2008]. Disponible en internet: <http://pslc.ws/spanish/pe.htm>

Se obtiene por polimerización del etileno a altas presiones (aproximadamente 1200 atm y 200° C) con oxígeno o catalizador de peróxido y por mecanismo de radicales libres. Es un sólido más o menos flexible, según el grosor, ligero y buen aislante eléctrico. Se trata de un material plástico que por sus características y bajo coste se utiliza mucho en envasado, revestimiento de cables y en la fabricación de tuberías. Los objetos fabricados con PEBD se identifican, en el sistema de identificación americano SPI (Society of the Plastics Industry), con el siguiente símbolo:

Figura 15. Símbolo de identificación PEBD

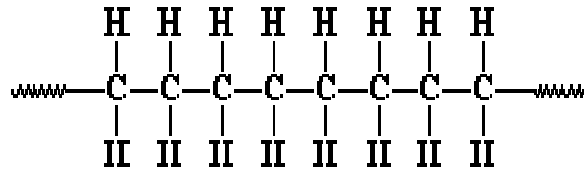


Fuente: Polímero [en línea]. Florida: Wikipedia foundation, 2008. [Consultado el 30 de marzo de 2008]. Disponible en Internet: <http://es.wikipedia.org/wiki/Pol%C3%ADmero>

El polietileno de baja densidad procesado y recuperado por molienda se obtiene de las bases que en el proceso de producción han sido contaminadas o no conformes y de las ramas que se obtienen del proceso de inyección.

La fabricación del émbolo requiere de polietileno de alta densidad. El polietileno de alta densidad es un polímero de cadena lineal no ramificada.

Figura 16. Composición química PEAD



Fuente: Polyethylene [en línea]. Córdoba: Macrogalleria, el maravilloso cibermundo de los polímeros, 2008. [Consultada el 25 de abril de 2008]. Disponible en internet: <http://pslc.ws/spanish/pe.htm>

Se obtiene por polimerización del etileno a presiones relativamente bajas (1-200 atm), con catalizador alquilmetálico (catálisis de Ziegler) o un óxido metálico sobre sílice o alúmina (procesos Phillips y Standard Oil). Su resistencia química y térmica, así como su opacidad, impermeabilidad y dureza son superiores a las del polietileno de baja densidad. Se emplea en la construcción y también para fabricar prótesis, envases, bombonas para gases y contenedores de agua y combustible. Los objetos fabricados con HDPE se identifican, en el sistema de identificación americano SPI (Society of the Plastics Industry), con el siguiente símbolo en la parte inferior o posterior<sup>22</sup>:

Figura 17. Símbolo de identificación del PEAD



Fuente: Polímero [en línea]. Florida: Wikipedia foundation, 2008. [Consultado el 30 de marzo de 2008]. Disponible en Internet: <http://es.wikipedia.org/wiki/Pol%C3%ADmero>

El polietileno de alta densidad y el polietileno de baja densidad poseen diferentes características como:

Tabla 3. Comparación de características PEBD – PEAD

<sup>22</sup> Clasificación de los plásticos [en línea]. México: Asociación Nacional de la Industria Química, 2008. [Consultada el 25 de abril de 2008]. Disponible en Internet: <http://www.aniq.org.mx/cipres/clasificacion.asp>

Características	PEBD	PEAD
Grado de cristalinidad [%]	40 hasta 50	60 hasta 80
densidad [g/cm <sup>3</sup> ]	0,915 hasta 0,935	0,94 hasta 0,97
Módulo [N/mm <sup>2</sup> ] a 52215°C	~130	~1000
Temperatura de cristalización [°C]	105 hasta 110	130 hasta 135
estabilidad química	buena	excelente
Esfuerzo de ruptura [N/mm <sup>2</sup> ]	8,0-10	20,0-30,0
Elongación a ruptura [%]	20	12
Módulo elástico E [N/mm <sup>2</sup> ]	200	1000
Coeficiente de expansión lineal [K <sup>-1</sup> ]	$1.7 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-4}$
Temperatura máxima permisible [°C]	80	100
Temperatura de reblandecimiento [°C]	110	140

Fuente: Polímero [en línea]. Florida: Wikipedia foundation, 2008. [Consultado el 30 de marzo de 2008]. Disponible en Internet: <http://es.wikipedia.org/wiki/Pol%C3%ADmero>

**3.2.2 Carta de proceso aplicadores vaginales PROM LTDA.** El proceso inicia cuando el polietileno de baja densidad PEBD virgen (sin procesar) es mezclado con el polietileno de baja densidad molido (en una proporción de 3 X 1 respectivamente), donde una ración de polietileno de baja densidad virgen equivale a 1050 gr. y una ración de polietileno de baja densidad molido equivale a 1712 gr. Se hace cuatro (4) veces para llenar la tolva, dando como resultado 4200 gr. de PEBD virgen y 6848 gr. de PEBD molido.

La mezcla es depositada en la tolva de la máquina inyectora la cual tiene una capacidad de 25 Kg., posteriormente inicia el proceso de inyección donde el ciclo tarda 12 segundos, del cual se obtienen ocho (8) bases del aplicador y una rama como residuo.

Simultáneamente se realiza en la maquila la elaboración de los émbolos del aplicador, en donde el polietileno de alta densidad es llevado a la tolva de la maquina inyectora para iniciar el proceso de inyección, el cual genera como resultado ocho (8) émbolos, con rebabas, que deben ser retiradas para posteriormente empacarlos y enviarlos a la planta de producción de la empresa.

En el proceso de ensamble se acopla el émbolo en la base del aplicador y es asegurado, después es ubicado en una caja hasta completar 3000 unidades, posteriormente es llevado a una báscula para ser pesado y contado. Todo este proceso es realizado manualmente.

Las cajas son llevadas al proceso de empaque, allí una operaria coloca los aplicadores en grupos de tres (3) o por unidad (según el requerimiento del

cliente), en una banda transportadora que los desplaza hasta la máquina que les coloca la cinta de empaque.

Los aplicadores empacados pasan a un punto de inspección donde se aseguran que estén bien sellados, si no es así, se les retira la cinta y vuelven a iniciar el proceso de empaque, si se encuentran en correctas condiciones se cuentan y se depositan en una caja.

Una actividad adicional es el empaque de seis (6) y siete (7) aplicadores, la cantidad de aplicadores depende directamente de los requerimientos del cliente, en esta actividad los operarios toman los aplicadores, los agrupan con cinta y los depositan en una caja.

Allí se realiza una inspección final por el auditor de calidad para verificar que los aplicadores cumplen con los parámetros de calidad previamente establecidos.

Las cajas revisadas son selladas y registradas para pasar a la zona de almacenaje de producto terminado.

Los residuos como la rama son molidos y reutilizados en el proceso de fabricación de las bases del aplicador vaginal.

En la figura 18 se muestra el diagrama sinóptico o diagrama de proceso donde se especifica la relación de los insumos y la materia prima utilizada en el proceso.

### **3.2.3 Diagnostico del proceso de producción de los aplicadores vaginales.**

En el año 2007 la empresa PROM LTDA. Incrementó las ventas de aplicadores vaginales, influyendo esto en el proceso de fabricación del producto y en la capacidad instalada de la empresa.

Para conocer detalladamente el proceso de producción de los aplicadores vaginales se desarrolló el cursograma analítico (Figura 19), que muestra la trayectoria del material hasta obtener el producto terminado.

Los puntos críticos observados en el proceso de fabricación del aplicador vaginal son:

- ✓ En el proceso de mezcla del PEBD (polietileno de baja densidad) virgen con el PEBD molido se encontró que no se tiene normalizado el peso ni la cantidad que se debe mezclar de cada producto, por esta razón los operarios en algunas ocasiones varían la cantidad de la mezcla y por ende no llevan un registro de cuanto material se consumió.
- ✓ El transporte del émbolo a ensamble genera desperdicios ya que en ocasiones se caen al suelo mientras son desplazados al proceso, lo que



genera reprocesos debido a que los aplicadores que caen al suelo no pueden seguir en el proceso de producción y deben ser llevados al molino para ser triturados.

✓ La temperatura en la planta es aproximadamente de 33°C, lo cual genera fatiga, cansancio y agotamiento en los operarios.

✓ En el proceso de inyección el molde utilizado en la máquina se observó que en ocasiones la rama se adhiere al molde generando paros en la máquina y tiempos muertos.

Figura 18. Diagrama sinóptico o diagrama de proceso.

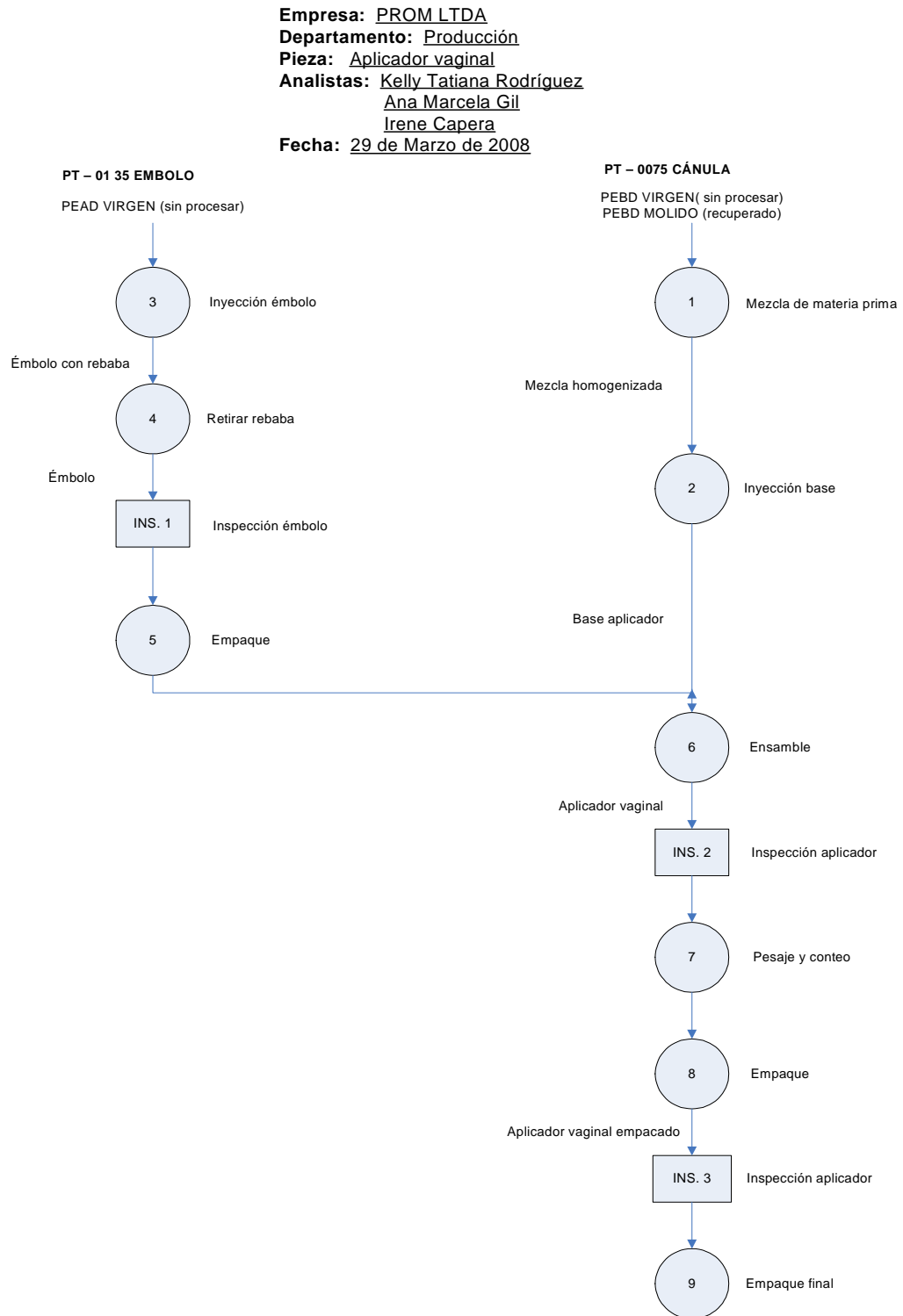



Figura 19. Cursograma analítico aplicador vaginal

APLICADOR VAGINAL								PAGINA 1 de 1							
<b>RESUMEN</b>						MÉTODO: ACTUAL <input checked="" type="checkbox"/> MEJORADO <input type="checkbox"/>									
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>ACTUAL</b>		<b>MEJORADO</b>		<b>DIFERENCIA</b>		EMPIEZA: Transporte PEBD a maquina inyectora								
	No	Tiempo	No	Tiempo	No	TERMINA: Almacenar									
○	8					ELABORÓ: Kelly R, Marcela G, Irene C.									
□	3					FECHA: 31 de Marzo de 2008									
⇨	5														
◐	0														
▽	3														
Distancia Recorrida		Metros		Metros		Metros									
<b>CURSOGRAMA ANALÍTICO TIPO MATERIAL</b> <input checked="" type="checkbox"/>						<b>OPERARIO</b> <input type="checkbox"/>									
						PREGUNTARSE									
						QUE	POR QUE	CÓMO	CUÁNDO	QUIÉN	DÓNDE				
ACTIVIDAD	OPERACIÓN	TRANSPORTE	INSPECCIÓN	DEMORA	ALMACENAMIENTO	CANTIDAD	DISTANCIA	TIEMPO	COMBINAR	ELIMINAR	MEJORAR	SECUENCIA	PERSONA	LUGAR	OBSERVACIONES
A maquina inyectora	○ →		□	◐	▽										PEBD virgen y molido
Mezcla de materia prima	● →		□	◐	▽										PEBD virgen 4200 gr. y PEBD molido 6848 gr.
Inyección de la base	● →		□	◐	▽										
Bases	○ →		□	◐	▽										
A ensamble	○ →		□	◐	▽										Embolo
Ensamble	● →		□	◐	▽										Embolo y base
Aplicador	○ →		■	◐	▽										
Aplicadores	○ →		□	◐	▽										En caja 3000 unidades
Aplicadores a la báscula	○ →		□	◐	▽										
Pesar y contar los aplicadores	● →		□	◐	▽										
Aplicadores a empaque	○ →		□	◐	▽										
Colocar aplicadores en banda	● →		□	◐	▽										Unidad o en grupo de 3
Empaque de aplicadores	● →		□	◐	▽										
Empaque	○ →		■	◐	▽										
Empaque aplicadores en caja	● →		□	◐	▽										
Caja aplicadores	○ →		□	◐	▽										1700 unid. En empaque individual 667 unidades en empaque de 3 AV 296 unidades en empaque de 6 AV
Final	○ →		■	◐	▽										
Etiquetar cajas	● →		□	◐	▽										
Bodega de almacenaje	○ →		□	◐	▽										
Producto terminado	○ →		□	◐	▽										
	○ →		□	◐	▽										
	○ →		□	◐	▽										
	○ →		□	◐	▽										

✓ El proceso de enfriamiento del molde es muy extenso debido principalmente a dos factores:

El primer factor es que el caudal del agua que se le está proporcionando a las cavidades del molde no es uniforme, a causa de que tienen una distribución paralela para las salidas de agua y esto hace que el caudal sea mayor en las primeras salidas y menor en las últimas salidas.

Figura 20. Entrada y salidas de agua de la máquina inyectora



Para comprobar esta situación se realizó una prueba sencilla, donde se utilizó una probeta para almacenar el agua que entra a la máquina inyectora y se tomaba el tiempo que se demoraba en llegar el agua hasta 50 cm<sup>3</sup>.

Figura 21. Prueba para determinar el caudal del agua



De esta prueba se obtuvo los siguientes datos:

- La primera salida de agua se distribuye a todas las cavidades del molde, el caudal del agua que entra es aproximadamente 14,28 cm<sup>3</sup>/seg.
- La segunda salida de agua se distribuye al macho y las cavidades 7 y 8 del molde, el caudal del agua que entra es de aproximadamente 10,17 cm<sup>3</sup>/seg.

- La tercera salida de agua se distribuye a las cavidades 2 y 1 del molde, el caudal del agua es de aproximadamente 11,91 cm<sup>3</sup>/seg.
- La cuarta salida de agua se distribuye a las cavidades 3 y 6 del molde, el caudal del agua es de aproximadamente 11,72 cm<sup>3</sup>/seg.
- La quinta salida de agua se distribuye a las cavidades 4 y 5 del molde, el caudal del agua es de aproximadamente 2,40 cm<sup>3</sup>/seg.

Con esta prueba se comprobó que el caudal es mucho menor en las últimas salidas de agua que en las primeras.

- ✓ Las diferencias de caudal de los canales del sistema de enfriamiento, originan diferencias en las temperaturas de los machos y por lo tanto diferencias en la transferencia de calor desde el material plástico.
- ✓ Hay machos muy calientes y por lo tanto no se le puede reducir la temperatura al sistema.

Con el objetivo de determinar el tipo de flujo que entra al molde de la máquina inyectora se calculó el número Reynold, que permite predecir el carácter turbulento o laminar del flujo. La ecuación para determinar el número Reynold es<sup>23</sup>:

Ecuación 1. Número Reynold

$$Re = \frac{v_{TM} \cdot \rho_{MT} \cdot D}{\eta_{TM}}$$

Donde:

$v_{TM}$  = velocidad del agente de acondicionamiento de la temperatura a

$\rho_{TM}$  = densidad del mismo agente

$D$  = diámetro del conducto

$\eta_{TM}$  = viscosidad dinámica del agente citado

Para conocer  $v_{TM}$  fue necesario utilizar la ecuación de flujo volumétrico<sup>24</sup>.

$$\dot{V} = v_{TM} \cdot A$$

$$v_{TM} = \frac{\dot{V}}{A}$$

<sup>23</sup> MENGES, Georg; MOHREN, Paul. Moldes para inyección de plásticos. 2 ed. Barcelona: Gustavo Gili S.A, 1980. p. 117

<sup>24</sup> SMITS, Alexander J. Mecánica de fluidos una introducción física. México: Alfaomega, 2003. p. 299

Donde:

$\dot{V}$  = flujo volumétrico

$A$  = área

El área de un tubo esta definida por la ecuación:

$$A = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$$

La temperatura de agua que entra al molde de la máquina inyectora es de 10°C. Con esta información se recurrió a la tabla de propiedades físicas del agua (Anexo C). En donde se encontró los valores necesarios para realizar el cálculo. Además se tuvo en cuenta el valor máximo y mínimo del caudal, determinados anteriormente, los cuales fueron de 14,28 cm<sup>3</sup>/seg. y de 2,47 cm<sup>3</sup>/seg.

Tabla 4. Determinación del número Reynold

N°	$\dot{V}$ (cm <sup>3</sup> /seg)	$D$ (cm)	$A$ (cm <sup>2</sup> )	$v_{TM}$ (cm/seg <sup>2</sup> )	$\rho_{TM}$ (Kg/cm <sup>3</sup> )	$\eta_{TM}$ (N seg/m <sup>2</sup> )	Re
Mayor	14,28	0,476	0,1779	80,27	9,997×10 <sup>-4</sup>	1,308×10 <sup>-3</sup>	<b>2919</b>
Menor	2,47	0,476	0,1779	13,88	9,997×10 <sup>-4</sup>	1,308×10 <sup>-3</sup>	<b>505</b>

De la tabla anterior se observa que el primer número Reynold correspondiente al mayor caudal es 2919, el cual muestra que la primera entrada de agua al molde de la máquina inyectora es de flujo turbulento por ser mayor de 2300<sup>25</sup>.

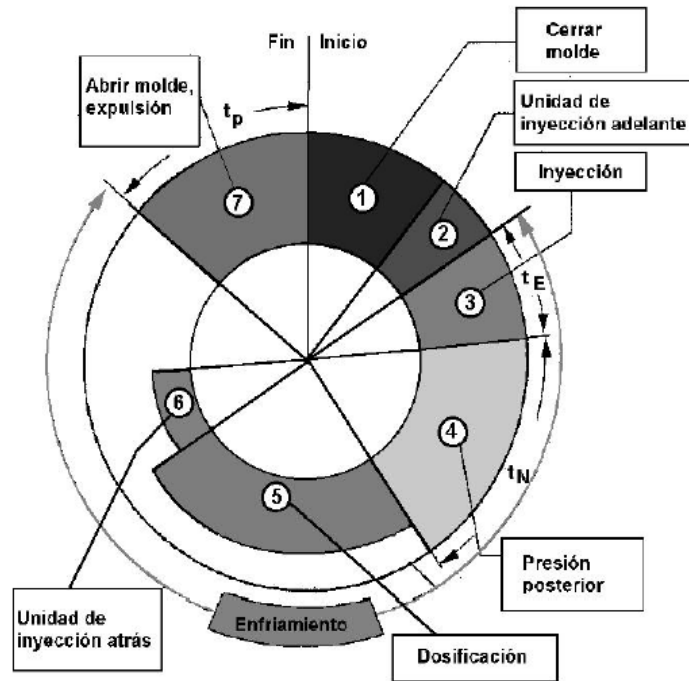
Con el menor caudal el número Reynold es 505, lo cual indica que la última entrada de agua al molde de la máquina inyectora llega con un flujo laminar.

Esto indica que el flujo que entra al molde no es constante lo que genera que el ciclo de enfriamiento sea mas largo.

El ciclo de inyección consta principalmente de siete etapas: cierre del molde, unidad de inyección hacia delante, inyección, presión posterior, dosificación, unidad de inyección hacia atrás y abrir el molde de expulsión.

<sup>25</sup> MENGES, Op. cit., p 117

Figura 22. Ciclo de inyección



Fuente: Ciclo de inyección. Medellín: Instituto de Capacitación e Investigación del Plástico y del Caucho ICIPC, 2008. 1 archivo de computador.

Para reducir el ciclo de inyección se puede disminuir el tiempo de enfriamiento, que como se muestra la figura es el proceso que requiere mayor tiempo, o disminuir los tiempos muertos, los cuales son el cierre y apertura del molde y el movimiento de la unidad de inyección.

El tiempo de enfriamiento actual de la máquina inyectora es de 6 segundos. Con el objetivo de conocer el tiempo de enfriamiento adecuado se realizó el siguiente cálculo:

Ecuación 2. Tiempo de enfriamiento en inyección<sup>26</sup>

$$t_{Enf} = \frac{h^2}{\pi^2 \alpha} LN \left( \frac{8}{\pi^2} \cdot \frac{T_m - T_w}{T_E - T_w} \right)$$

<sup>26</sup> Ciclo de inyección. Medellín: Instituto de Capacitación e Investigación del Plástico y del Caucho ICIPC, 2008. 1 archivo de computador.

Donde :

$h$  : espesor de la pieza (mm)

$T_m$  : temperatura de la masa de inyección

$T_w$  : temperatura de la pared del molde de inyección

$T_E$  : temperatura de expulsión de la pieza

El espesor del aplicador vaginal es de 1,0 mm, los valores dados para la temperatura de la masa de inyección es de 200 °C, la temperatura ideal de la pared del molde de inyección es de 20 °C (temperatura punto de rocío), la temperatura de expulsión de la pieza es de 80 °C y el cociente de difusividad térmica es de 0.08 mm<sup>2</sup>/seg.<sup>27</sup>.

$$t_{Enf} = \frac{1^2}{\pi^2 0,88} \text{LN} \left( \frac{8}{\pi^2} \cdot \frac{200-20}{80-20} \right)$$

$$t_{Enf} = 3,53 \text{seg}$$

El tiempo de enfriamiento apropiado es de 3,53 segundos. Este valor rectifica que el tiempo de enfriamiento actual de la máquina inyectora en la empresa PROM LTDA es alto.

Una alternativa para reducir el tiempo de enfriamiento es utilizar el pin de enfriamiento o de conductividad térmica en el molde, este pin genera ventajas como reducción en el tiempo de ciclo, mejora la calidad de las piezas, reduce los costos de mantenimiento y aumenta la vida útil de los moldes.

El pin de enfriamiento es un dispositivo de transferencia de calor con conductividad térmica mil veces mayor que la del cobre y con un peso menor que este. Diseñado específicamente para aceptar cargas cíclicas de calor encontradas en el molde. El pin de enfriamiento posee un conductor capilar (wick) que esta herméticamente cerrado, dentro de un recubrimiento delgado de cobre.

Cuando esta instalado y operando, los extremos del pin (secciones de evaporación y condensación) cumplen por separado diferentes funciones. La sección de evaporación captura el calor del material del molde, el cual al mismo tiempo vaporiza el fluido. El vapor que se libera, viaja por la longitud del pin hasta la sección de condensación, donde estas emisiones de calor latente entran en la fuente de enfriamiento (agua, aire o un componente del molde).

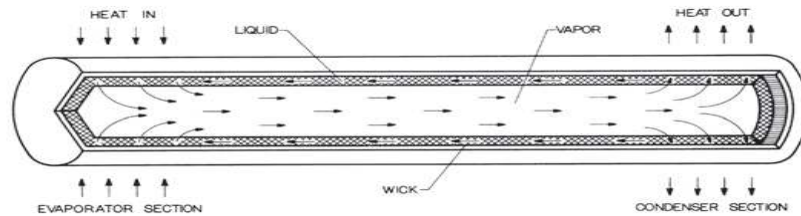
---

<sup>27</sup> Ibid., 1 archivo de computador



Finalmente el fluido condensado viaja por la acción capilar a lo largo del tubo capilar.

Figura 23. Pin de enfriamiento



Fuente: Thermal pin [en línea]. California: Noren Products Incorporated, 2007. [Consultada el 4 de junio]. Disponible en Internet: [http://www.norenproducts.com/Thermal\\_Pins/PDF/10124\\_ThrPin\\_16x10.pdf](http://www.norenproducts.com/Thermal_Pins/PDF/10124_ThrPin_16x10.pdf)

El pin de enfriamiento existe en el mercado en diferentes tamaños y longitudes, puede ser usado en el centro de la placa, en las cavidades o en otras áreas del molde que requieran enfriamiento o temperatura controlada. Para seleccionar el pin adecuado es necesario tener en cuenta la longitud y diámetro del molde.<sup>28</sup>

El segundo factor es que el material del molde actual, cuya cavidad y macho es fabricado en acero SAE P20 tiene una Conductividad Térmica de enfriamiento de  $35,7 \text{ w / m.}^{\circ}\text{C}$ <sup>29</sup>, la cual es baja comparada con un acero corriente la cual se encuentra entre  $47\text{-}58 \text{ w / m.}^{\circ}\text{C}$ <sup>30</sup>, por tal motivo se dificulta al molde evacuar fácilmente el calor y se impide reducir el tiempo del ciclo.

Dentro del proceso de producción de los aplicadores se encontraron dos actividades que realizan los operarios manualmente las cuales son: el ensamble y el empaque del aplicador, a estas dos operaciones se les realizó el estudio bimanual para encontrar posibles falencias en el proceso.

**3.2.4 Diagnóstico de la situación actual del proceso de ensamble.** En el proceso de ensamble de los aplicadores vaginales se encontró que la empresa además de no contar con un estudio preliminar de métodos y tiempos, no ha adoptado las medidas necesarias para afrontar los cambios por los que actualmente está pasando.

<sup>28</sup> Thermal pin [en línea]. California: Noren Products Incorporated, 2007. [Consultada el 4 de junio]. Disponible en Internet:

[http://www.norenproducts.com/Thermal\\_Pins/PDF/10124\\_ThrPin\\_16x10.pdf](http://www.norenproducts.com/Thermal_Pins/PDF/10124_ThrPin_16x10.pdf)

<sup>29</sup> Catálogo aceros. Alemania: THYSEN, 1996. p. 79

<sup>30</sup> NETTO, Ricardo. Tabla de conductividad térmica [en línea]. Argentina: Fisicanet, 2008. [Consultada el 27 de Mayo de 2008]. Disponible en Internet: [http://www.fisicanet.com.ar/fisica/termodinamica/tb03\\_conductividad.php](http://www.fisicanet.com.ar/fisica/termodinamica/tb03_conductividad.php)

El método que actualmente están utilizando para el ensamble de los aplicadores es obsoleto y no cuenta con las herramientas ni las condiciones necesarias para que el trabajo que realizan los operarios sea más eficiente.

La figura 24 muestra el diagrama bimanual obtenido en el proceso de ensamble.

En las visitas realizadas a la empresa se observó lo siguiente:

- ✓ No cuentan con un método de trabajo normalizado para que los operarios lo implementen y lo realicen en un tiempo determinado (tiempo estándar).
- ✓ El lugar de trabajo no cumple con las condiciones necesarias para realizar la operación, pues no cuentan con una mesa donde puedan apoyar los brazos, las sillas no son ergonómicas y el espacio es muy reducido y mal utilizado.
- ✓ La mayoría de las actividades que realiza la mano izquierda es sostener el aplicador, lo que genera tiempos improductivos propiciando que los operarios se fatiguen fácilmente.
- ✓ Al ser un producto de la línea farmacéutica debe cumplir con las condiciones de higiene y aseo específicas, actualmente los operarios no están utilizando tapa bocas para evitar contacto con el producto y los recipientes utilizados para colocar las bases y los émbolos no son totalmente limpios.
- ✓ Antes del ensamble los operarios colocan las bases y los émbolos en un mismo recipiente, lo que hace que muchas veces se mezclen y los operarios pierdan tiempo buscando las partes para poderlas ensamblar.
- ✓ Las bases y los émbolos no son puestos en la posición correcta; es decir las bocas de las bases y los pistones de los émbolos deben estar en el mismo sentido; para que los operarios puedan ensamblarlos fácilmente de tal manera que no pierdan tiempo organizándolos.
- ✓ Los guantes que facilitan a los operarios algunas veces no corresponde a la talla de la mano, lo que genera dificultad para realizar el ensamble.
- ✓ Debido a las condiciones actuales del lugar de trabajo los operarios no utilizan simultáneamente las dos manos lo que causa que la operación se demore más.

En las actividades que realizan los operarios de tomar las bases que expulsa la máquina inyectora y de organizar las bases y los émbolos, se encontró que se genera mucho desperdicio, pues muchos de estos productos caen al suelo y no pueden volver a ser utilizados.

Figura 24. Diagrama bimanual ensamble de aplicadores

DIAGRAMA BIMANUAL					
					EMPRESA: PROM LTDA
RESUMEN	Presente		Propuesto		OPERACIÓN: Ensamble émbolo en base
Símbolo de actividad	MI	MD	MI	MD	METODO: Actual
Operaciones	3	8			FECHA: Abril 04 de 2008
Transporte	1	4			REALIZADO POR: Kelly Tatiana Rodriguez
Sostiene	7	0			Irene Capera Sarria
Demoras	1	0			Ana Marcela Gil Vasquez

MANO IZQUIERDA									MANO DERECHA
	OPERACIÓN	TRANSPORTE	SOSTIENE	DEMORA	OPERACIÓN	TRANSPORTE	SOSTIENE	DEMORA	
Espera bases	○	⇨	△	●	●	⇨	△	○	Toma Bases del aplicador
Recibe bases por la parte superior	●	⇨	△	○	○	⇨	△	○	Lleva bases a la mano izquierda
Sostiene bases	○	⇨	▲	○	●	⇨	△	○	Organiza las bases
Sostiene bases	○	⇨	▲	○	●	⇨	△	○	Toma émbolos
Sostiene bases y émbolos	○	⇨	▲	○	○	⇨	△	○	Lleva émbolos a la mano izquierda
Sostiene aplicadores	○	⇨	▲	○	●	⇨	△	○	Ensambla émbolos en la bases
Sostiene aplicadores	○	⇨	▲	○	●	⇨	△	○	Toma martillo
Sostiene aplicadores	○	⇨	▲	○	●	⇨	△	○	Golpea parte superior de los émbolos
Gira 180°	●	⇨	△	○	○	⇨	△	○	Espera
Sostiene aplicadores	○	⇨	▲	○	●	⇨	△	○	Golpea parte inferior de los émbolos
Lleva aplicadores a caja	○	⇨	△	○	○	⇨	△	○	Pone martillo en caja
Suelta aplicadores	●	⇨	△	○	●	⇨	△	○	Suelta martillo

**3.2.5 Diagnostico de la situación actual del proceso de empaque.** El proceso de empaque se realiza dependiendo de las especificaciones del cliente, ya sea de tres (3), grupos de seis (6), grupos de siete (7) o individualmente. En el proceso de empaque se utiliza una máquina empacadora la cual coloca la cinta a cada aplicador o en grupo de tres.

En el empaque de grupos de seis y de siete aplicadores, estos deben estar empacados individualmente, para que por medio de una operación manual se agrupen según las especificaciones requeridas.

Según la información suministrada por la empresa PROM LTDA, el 60% de las ventas actuales de aplicadores se realiza en empaque de seis (6) aplicadores, por esta razón se eligió este proceso para ser analizado.

La observación del proceso de empaque manual permitió obtener el diagrama bimanual del proceso (Figura 25).

En el proceso de empaque manual se encontró:

- ✓ Las operarias no utilizan guantes ni tapa bocas a la hora de colocar los aplicadores en la banda de la máquina empacadora.
- ✓ El espacio donde se realiza el proceso de empaque es muy reducido, además en este sitio existe almacenamiento de cajas con producto terminado que puede causar accidentes en el lugar de trabajo.
- ✓ La mano izquierda realiza la mayor parte del tiempo la actividad de sostener los aplicadores, generando fatiga en el operario y tiempo improductivo.
- ✓ La máquina empacadora tiene muchas fallas, ya que continuamente la cinta empacadora se atasca, la cuchilla de corte se desplaza cortando mal la cinta y en ocasiones corta los aplicadores, generando esto desperdicio de producto y tiempos improductivos de los operarios

Figura 25. Diagrama bimanual proceso de empaque de seis (6) aplicadores

DIAGRAMA BIMANUAL									
					EMPRESA: PROM LTDA				
RESUMEN	Presente		Propuesto		OPERACIÓN: Empaque de 6 aplicadores vaginales				
Simbolo de actividad	MI	MD	MI	MD	METODO: Actual				
Operaciones	7	11			FECHA: Abril 04 de 2008				
Transporte	1	6			REALIZADO POR: Kelly Tatiana Rodriguez				
Sostiene	10	0			Irene Capera Sarria				
Demoras	1	0			Ana Marcela Gil Vasquez				
MANO IZQUIERDA					MANO DERECHA				
	OPERACIÓN	TRANSPORTE	SOSTIENE	DEMORA					
Espera	○	⇨	△	●	●	⇨	△	D	Toma aplicador vaginal
Recibe aplicador vaginal	●	⇨	△	D	○	⇨	△	D	Lleva aplicador a la mano izquierda
Sostiene aplicadores	○	⇨	▲	D	●	⇨	△	D	Toma aplicador vaginal
Recibe aplicador vaginal	●	⇨	△	D	○	⇨	△	D	Lleva aplicador a la mano izquierda
Sostiene aplicadores	○	⇨	▲	D	●	⇨	△	D	Toma aplicador vaginal
Recibe aplicador vaginal	●	⇨	△	D	○	⇨	△	D	Lleva aplicador a la mano izquierda
Sostiene aplicadores	○	⇨	▲	D	●	⇨	△	D	Toma aplicador vaginal
Recibe aplicador vaginal	●	⇨	△	D	○	⇨	△	D	Lleva aplicador a la mano izquierda
Sostiene aplicadores	○	⇨	▲	D	●	⇨	△	D	Toma aplicador vaginal
Recibe aplicador vaginal	●	⇨	△	D	○	⇨	△	D	Lleva aplicador a la mano izquierda
Sostiene aplicadores	○	⇨	▲	D	●	⇨	△	D	Toma aplicador vaginal
Recibe aplicador vaginal	●	⇨	△	D	○	⇨	△	D	Lleva aplicador a la mano izquierda
Sostiene aplicadores	○	⇨	▲	D	●	⇨	△	D	Organiza aplicadores
Sostiene aplicadores	○	⇨	▲	D	●	⇨	△	D	Toma cinta
Sostiene aplicadores	○	⇨	▲	D	●	⇨	△	D	Envuelve cinta en los aplicadores
Sostiene aplicadores	○	⇨	▲	D	●	⇨	△	D	Corta cinta
Sostiene aplicadores	○	⇨	▲	D	●	⇨	△	D	Acomoda aplicadores
Lleva aplicadores a caja	○	⇨	△	D	○	⇨	△	D	
Suelta aplicadores	●	⇨	△	D	○	⇨	△	D	

### 3.3 ESTUDIO DE TIEMPOS Y ESTIMACIÓN DEL TIEMPO ESTÁNDAR.

Al efectuar el estudio de tiempos fue necesario seleccionar el operario que tuviera mayor experiencia, práctica, consistencia y agilidad en realizar las actividades, la selección se hizo con la ayuda del jefe de aseguramiento de calidad de la empresa PROM LTDA Juan Manuel Coello, quien proporcionó la información a cerca del operario calificado.

Posteriormente, se le informó al empleado que la operación que él estaba ejecutando iba a ser estudiada, con el fin de que cooperará y aplicara las sugerencias suministradas.

Para facilitar la medición se determinaron los elementos de las operaciones que fueron estudiados, esto se logró observando al operario en varios ciclos para documentar cada actividad que realizaba.

El estudio de tiempos se estableció en tres procesos específicos:

- ✓ El proceso de ensamble del aplicador vaginal
- ✓ El proceso de empaque de seis (6) aplicadores vaginales
- ✓ El proceso de producción del aplicador vaginal

La técnica usada para anotar los tiempos elementales durante el estudio fue el método de regreso o vuelta a cero<sup>31</sup>, debido a que es la técnica mas recomendada para personas con poca experiencia en la toma de tiempos.

En la determinación del tiempo normal es importante tener en cuenta la calificación o valoración del ritmo de trabajo del operario. Se entiende que un operario que realiza una tarea a un ritmo de trabajo normal, no es ni demasiado rápido ni demasiado lento. La calificación para un ritmo normal es de 1 si el operario trabaja mas rápido la calificación será mayor de 1 y si trabaja más lento la calificación será menor de 1.

Al conocer la valoración del operario y el tiempo observado se puede determinar el tiempo normal del elemento utilizando la siguiente ecuación.

Ecuación 3. Tiempo normal<sup>32</sup>

$$TN = TO \times Valoración$$

---

<sup>31</sup> NIEBEL, Op. cit., p. 372

<sup>32</sup> NIEBEL, Benjamin; FREIVALDS, Andris. Ingeniería industrial métodos, estándares y diseño del trabajo. 10 ed. México: Alfaomega, 2001. p. 343

Donde:

TN = tiempo normal

TO = tiempo observado

Valoración: es el valor relativo dado al operario por el ritmo de trabajo

A cada uno de los elementos del proceso se le tomaron 10 observaciones preliminares y la respectiva valoración del trabajo de los operarios, con el fin de conocer el número de observaciones reales que se deben tomar en el proceso.

La determinación del número de observaciones reales se hizo por medio de la siguiente ecuación:

Ecuación 4. Número de observaciones <sup>33</sup>

$$N = \left( \frac{40 \times \sqrt{(n \sum X^2) - (\sum X)^2}}{\sum X} \right)^2$$

Donde:

N = número de observaciones reales

n = número de observaciones preliminares

X = tiempo observado de cada elemento.

Para facilitar el registro de los tiempos observados se diseñó una plantilla con la asesoría del ingeniero Giovanni Arias Castro profesor de la Universidad Autónoma de Occidente. Esta plantilla permite registrar los tiempos observados (TO), la valoración del operario (V) y hallar el tiempo normal de cada elemento (TN).

---

<sup>33</sup> ARIAS C, Giovanni. Material de clase de la materia Ingeniería de métodos. Santiago de Cali: Universidad Autónoma de Occidente., 2007. 1 archivo de computador

Tabla 5. Formato para el registro de tiempos.

FORMATO PARA EL REGISTRO DE TIEMPOS						
Fecha y hora						
Analista						
Operario						
OBSERVACIONES ELEMENTOS		1	2	3	4	5
ELEMNT0 1	V					
	TO					
	TN					
ELEMNT0 2	V					
	TO					
	TN					
ELEMNT0 3	V					
	TO					
	TN					
ELEMNT0 4	V					
	TO					
	TN					
ELEMNT0 5	V					
	TO					
	TN					

Por lo general el número de observaciones reales en cada elemento son diferentes, por tal motivo se eligió el elemento que arrojó mayor número de observaciones, con el fin de unificar el número de observaciones a tomar y cumplir con las cantidades requeridas en cada elemento.

Después de tener todas las observaciones requeridas se determinó el promedio del tiempo normal de cada elemento, estos promedios se sumaron para determinar el tiempo normal total del proceso. En los estudios bimanuales se obtiene el tiempo normal total de la mano derecha y el tiempo normal total de la mano izquierda para elegir entre los dos el de mayor valor.

Con el fin de constatar que el número de observaciones reales tomadas fueron suficientes, se volvió a calcular el número de observaciones las cuales deben ser iguales o inferiores al número que se tomaron anteriormente para que el estudio sea realmente válido.

Para establecer el tiempo estándar es necesario determinar los suplementos, los cuales son el tiempo que se concede al trabajador con el objetivo de compensar retrasos, demoras y los elementos contingentes que son parte de la actividad. En el anexo D se encuentra los valores de los suplementos que se pueden asignar a las diferentes actividades.

El tiempo estándar se determina por medio de la siguiente ecuación:



Ecuación 5. Tiempo estándar <sup>34</sup>

$$TE = \frac{TN}{1 - \text{suplementos}}$$

Donde:

TE = tiempo estándar

TN = Tiempo normal

**3.3.1 Estimación del tiempo estándar del proceso de ensamble del aplicador vaginal.** El proceso de ensamble se realiza manualmente, por tal motivo se realizó el estudio bimanual en donde se observaron las actividades que realiza la operaria con la mano derecha y la mano izquierda y así mismo se determinaron y se dividieron los elementos.

Tabla 6. Elementos del proceso de ensamble del aplicador vaginal en la mano derecha

ELEMENTOS	DESCRIPCIÓN
ELEMENTO 1	Toma bases del aplicador, llevarlos a la mano izquierda y organizar bases
ELEMENTO 2	Toma émbolos y los lleva a la mano izquierda
ELEMENTO 3	Ensamblar émbolos en la base
ELEMENTO 4	Toma martillo, golpea parte superior de las bases y espera
ELEMENTO 5	golpea parte inferior de los émbolos y suelta martillo

Tabla 7. Elementos del proceso de ensamble del aplicador vaginal en la mano izquierda

ELEMENTOS	DESCRIPCIÓN
ELEMENTO 1	Espera y recibe bases por la parte superior
ELEMENTO 2	Sostiene bases
ELEMENTO 3	Sostiene bases y émbolos
ELEMENTO 4	Sostiene (mientras se martilla)
ELEMENTO 5	Gira 180°, sostiene y suelta

Las 10 observaciones preliminares se realizaron a cada uno de los elementos mencionados. Debido a que el proceso no se encuentra normalizado las operarias toman cada ciclo una cantidad diferente de aplicadores para ensamblar, por tal motivo fue necesario llegar al acuerdo de ensamblar cada ciclo solo 10 aplicadores. Igualmente se utilizó la ecuación 4 para determinar el número de observaciones reales necesarias.

<sup>34</sup> Ibid., 1 archivo de computador

Tabla 8. Tiempos preliminares de los elementos de la mano derecha y la mano izquierda en el proceso de ensamble del aplicador vaginal.

OBSERVACIONES REALES											
Fecha y hora		Abril 15 de 2008, 8:30 a.m									
Analista		Kelly Tatiana Rodriguez									
Operario		Carmenza Escobar									
MANO IZQUIERDA											
OBSERVACIONES ELEMENTOS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ELEMNT0 1	V	1,30	0,95	1,02	0,98	1,05	1,10	1,10	0,90	1,16	1,05
	TO	2	2,75	2,56	2,67	2,5	2,37	2,35	2,94	2,25	2,51
	TN	2,60	2,61	2,61	2,62	2,63	2,61	2,59	2,65	2,61	2,64
ELEMNT0 2	V	1,06	1,20	0,95	1,40	1,03	1,25	0,95	1,10	1,10	1,15
	TO	2,65	2,35	2,94	2,06	2,72	2,25	2,94	2,58	2,56	2,42
	TN	2,81	2,82	2,79	2,88	2,80	2,81	2,79	2,84	2,82	2,78
ELEMNT0 3	V	0,95	1,30	1,08	0,96	1,05	0,98	1,25	1,03	1,18	1,01
	TO	16,2	11,53	14,18	16,07	14,75	15,71	12,56	14,97	13,16	15,23
	TN	15,39	14,99	15,31	15,43	15,49	15,40	15,70	15,42	15,53	15,38
ELEMNT0 4	V	1,02	0,94	1,04	1,20	1,06	0,95	1,04	1,12	1,16	1,26
	TO	6,5	7	6,32	5,44	6,2	6,94	6,35	5,88	5,67	5,25
	TN	6,63	6,58	6,57	6,53	6,57	6,59	6,60	6,59	6,58	6,62
ELEMNT0 5	V	0,90	1,10	0,80	1,10	1,01	0,95	0,90	0,98	1,10	1,15
	TO	4,19	3,41	4,72	3,53	3,72	4	4,25	3,84	3,42	3,3
	TN	3,77	3,75	3,78	3,88	3,76	3,80	3,83	3,76	3,76	3,80
MANO DERECHA											
OBSERVACIONES ELEMENTOS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ELEMNT0 1	V	1,05	1,05	0,95	0,85	0,85	1,05	1,10	0,85	1,01	1,05
	TO	2,78	2,78	3,03	3,56	3,62	2,89	2,75	3,62	2,95	2,92
	TN	2,92	2,92	2,88	3,03	3,08	3,03	3,03	3,08	2,98	3,07
ELEMNT0 2	V	0,98	0,95	1,01	1,15	0,95	1,15	0,90	0,95	0,95	1,15
	TO	2,68	2,78	2,57	2,25	2,72	2,28	2,81	2,72	2,68	2,31
	TN	2,63	2,64	2,60	2,59	2,58	2,62	2,53	2,58	2,55	2,66
ELEMNT0 3	V	0,92	1,1	0,88	1,1	0,87	1,06	1,18	0,87	1,03	0,96
	TO	14,63	12,19	15,35	12,28	15,56	12,75	11,44	15,62	13,13	14,06
	TN	13,46	13,41	13,51	13,51	13,54	13,52	13,50	13,59	13,52	13,50
ELEMNT0 4	V	1,05	1,15	1,01	0,88	0,85	1,01	0,88	1,02	1,05	1,15
	TO	5,34	4,96	5,59	6,43	6,72	5,69	6,47	5,57	5,47	4,97
	TN	5,61	5,70	5,65	5,66	5,71	5,75	5,69	5,68	5,74	5,72
ELEMNT0 5	V	0,95	0,93	0,85	1,15	0,85	1,05	1,10	0,95	1,10	1,05
	TO	2,78	2,8	3,1	2,3	3,12	2,47	2,37	2,75	2,33	2,45
	TN	2,64	2,60	2,64	2,65	2,65	2,59	2,61	2,61	2,56	2,57

Tabla 9. Determinación de las observaciones reales de los elementos de la mano derecha y la mano izquierda en el proceso de ensamble del aplicador vaginal.

ELEMENTOS MANO IZQUIERDA													
	OBSERVACIONES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	SUMATORIA	NUMERO DE OBSERVACIONES REALES
ELEMENTO 1	X	2	2,75	2,56	2,67	2,5	2,37	2,35	2,94	2,25	2,51	24,90	17
	X <sup>2</sup>	4,00	7,56	6,55	7,13	6,25	5,62	5,52	8,64	5,06	6,30	62,64	
ELEMENTO 2	X	2,65	2,35	2,94	2,06	2,72	2,25	2,94	2,58	2,56	2,42	25,47	18
	X <sup>2</sup>	7,02	5,52	8,64	4,24	7,40	5,06	8,64	6,66	6,55	5,86	65,60	
ELEMENTO 3	X	16,2	11,53	14,18	16,07	14,75	15,71	12,56	14,97	13,16	15,23	144,36	17
	X <sup>2</sup>	262,44	132,94	201,07	258,24	217,56	246,80	157,75	224,10	173,19	231,95	2106,06	
ELEMENTO 4	X	6,5	7	6,32	5,44	6,2	6,94	6,35	5,88	5,67	5,25	61,55	13
	X <sup>2</sup>	42,25	49,00	39,94	29,59	38,44	48,16	40,32	34,57	32,15	27,56	382,00	
ELEMENTO 5	X	4,19	3,41	4,72	3,53	3,72	4	4,25	3,84	3,42	3,3	38,38	20
	X <sup>2</sup>	17,56	11,63	22,28	12,46	13,84	16,00	18,06	14,75	11,70	10,89	149,16	
ELEMENTOS MANO DERECHA													
	OBSERVACIONES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	SUMATORIA	NUMERO DE OBSERVACIONES REALES
ELEMENTO 1	X	2,78	2,78	3,03	3,56	3,62	2,89	2,75	3,62	2,95	2,92	30,90	20
	X <sup>2</sup>	7,73	7,73	9,18	12,67	13,10	8,35	7,56	13,10	8,70	8,53	96,66	
ELEMENTO 2	X	2,68	2,78	2,57	2,25	2,72	2,28	2,81	2,72	2,68	2,31	25,80	10
	X <sup>2</sup>	7,18	7,73	6,60	5,06	7,40	5,20	7,90	7,40	7,18	5,34	66,99	
ELEMENTO 3	X	14,63	12,19	15,35	12,28	15,56	12,75	11,44	15,62	13,13	14,06	137,01	18
	X <sup>2</sup>	214,04	148,60	235,62	150,80	242,11	162,56	130,87	243,98	172,40	197,68	1898,67	
ELEMENTO 4	X	5,34	4,96	5,59	6,43	6,72	5,69	6,47	5,57	5,47	4,97	57,21	17
	X <sup>2</sup>	28,52	24,60	31,25	41,34	45,16	32,38	41,86	31,02	29,92	24,70	330,75	
ELEMENTO 5	X	2,78	2,8	3,1	2,3	3,12	2,47	2,37	2,75	2,33	2,45	26,47	19
	X <sup>2</sup>	7,73	7,84	9,61	5,29	9,73	6,10	5,62	7,56	5,43	6,00	70,91	

El número de observaciones reales que se deben tomar para cada uno de los elementos son veinte (20), en este caso solo faltaría tomar diez (10) nuevas observaciones.

Con las 20 observaciones se calculó de nuevo el número de observaciones (Anexo E) las cuales efectivamente fueron menores de 20.

En cada elemento se determinó el promedio del tiempo normal y se sumó cada uno de estos tiempos con el fin de conocer el tiempo normal total del proceso. Este tiempo se obtuvo en los elementos de la mano izquierda y en la mano derecha y se eligió el tiempo mayor o dominante como tiempo total de proceso de ensamble.

En la tabla 10 y la tabla 11 se puede observar que el tiempo normal total de los elementos de la mano izquierda es de 31,2 segundos y el tiempo normal total de los elementos de la mano derecha es de 27,4 segundos. Esto indica que el tiempo normal del proceso de ensamble es de 31,2 segundos para ensamblar 10 aplicadores vaginales ya que es este el tiempo dominante.

Tabla 10. Determinación del tiempo normal de los elementos de la mano izquierda

OBSERVACIONES REALES																							
Fecha y hora	Abril 22 de 2008, 8:30 a.m																						
Analista	Kelly Tatiana Rodriguez																						
Operario	Carmenza Escobar																						
MANO IZQUIERDA																							
OBSERVACIONES ELEMENTOS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	PROMEDIO TIEMPO NORMAL	
	ELEMNT0 1	V	1,30	0,95	1,02	0,98	1,05	1,10	1,10	0,90	1,16	1,05	0,98	0,95	0,98	0,99	0,99	0,95	0,93	0,92	0,88	0,95	2,62
		TO	2	2,75	2,56	2,67	2,5	2,37	2,35	2,94	2,25	2,51	2,67	2,75	2,67	2,65	2,64	2,75	2,81	2,85	2,97	2,78	
		TN	2,60	2,61	2,61	2,62	2,63	2,61	2,59	2,65	2,61	2,64	2,62	2,61	2,62	2,62	2,61	2,61	2,61	2,62	2,61	2,64	
ELEMNT0 2	V	1,06	1,20	0,95	1,40	1,03	1,25	0,95	1,10	1,10	1,15	0,95	0,95	0,99	1,10	0,93	0,95	0,92	1,10	1,02	1,30	2,81	
	TO	2,65	2,35	2,94	2,06	2,72	2,25	2,94	2,58	2,56	2,42	2,96	2,94	2,84	2,56	3	2,95	3,03	2,5	2,75	2,19		
	TN	2,81	2,82	2,79	2,88	2,80	2,81	2,79	2,84	2,82	2,78	2,81	2,79	2,81	2,82	2,79	2,80	2,79	2,75	2,81	2,85		
ELEMNT0 3	V	0,95	1,30	1,08	0,96	1,05	0,98	1,25	1,03	1,18	1,01	0,99	0,98	1,05	0,96	0,96	0,98	1,10	1,08	1,06	0,95	15,4	
	TO	16,2	11,53	14,18	16,07	14,75	15,71	12,56	14,97	13,16	15,23	15,55	15,79	14,66	15,97	15,96	15,72	14,13	14,28	14,5	16,14		
	TN	15,39	14,99	15,31	15,43	15,49	15,40	15,70	15,42	15,53	15,38	15,39	15,47	15,39	15,33	15,32	15,41	15,54	15,42	15,37	15,33		
ELEMNT0 4	V	1,02	0,94	1,04	1,20	1,06	0,95	1,04	1,12	1,16	1,26	0,96	0,95	0,96	1,20	0,95	0,96	0,97	1,03	1,04	0,95	6,6	
	TO	6,5	7	6,32	5,44	6,2	6,94	6,35	5,88	5,67	5,25	6,88	6,95	6,86	5,44	6,97	6,91	6,78	6,43	6,34	6,96		
	TN	6,63	6,58	6,57	6,53	6,57	6,59	6,60	6,59	6,58	6,62	6,60	6,60	6,59	6,53	6,62	6,63	6,58	6,62	6,59	6,61		
ELEMNT0 5	V	0,90	1,10	0,80	1,10	1,01	0,95	0,90	0,98	1,10	1,15	0,95	1,10	1,12	0,85	1,20	1,05	1,12	1,05	0,98	1,05	3,8	
	TO	4,19	3,41	4,72	3,53	3,72	4	4,25	3,84	3,42	3,3	3,96	3,47	3,38	4,4	3,12	3,56	3,38	3,5	3,81	3,6		
	TN	3,77	3,75	3,78	3,88	3,76	3,80	3,83	3,76	3,76	3,80	3,76	3,82	3,79	3,74	3,74	3,74	3,79	3,68	3,73	3,78		
																					TIEMPO NORMAL TOTAL		31,2

Tabla 11. Determinación del tiempo normal de los elementos de la mano derecha.

OBSERVACIONES REALES																							
Fecha y hora		Abril 22 de 2008, 8:30 a.m																					
Analista		Kelly Tatiana Rodriguez																					
Operario		Carmenza Escobar																					
MANO DERECHA																							
OBSERVACIONES ELEMENTOS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	PROMEDIO TIEMPO NORMAL	
	ELEMNT01	V	1,05	1,05	0,95	0,85	0,85	1,05	1,10	0,85	1,01	1,05	1,10	1,05	1,30	0,90	1,20	0,85	0,95	0,95	0,97	0,97	3,0
		TO	2,78	2,78	3,03	3,56	3,62	2,89	2,75	3,62	2,95	2,92	2,75	2,84	2,37	3,3	2,53	3,44	3,11	3,11	3,08	3,08	
		TN	2,92	2,92	2,88	3,03	3,08	3,03	3,03	3,08	2,98	3,07	3,03	2,98	3,08	2,97	3,04	2,92	2,95	2,95	2,99	2,99	
	ELEMNT02	V	0,98	0,95	1,01	1,15	0,95	1,15	0,90	0,95	0,95	1,15	1,15	0,90	1,05	0,95	1,08	0,95	0,95	1,10	1,05	1,30	2,6
TO		2,68	2,78	2,57	2,25	2,72	2,28	2,81	2,72	2,68	2,31	2,28	2,9	2,47	2,75	2,4	2,77	2,79	2,33	2,46	2,02		
TN		2,63	2,64	2,60	2,59	2,58	2,62	2,53	2,58	2,55	2,66	2,62	2,61	2,59	2,61	2,59	2,63	2,65	2,56	2,58	2,63		
ELEMNT03	V	0,92	1,1	0,88	1,1	0,87	1,06	1,18	0,87	1,03	0,98	1,05	1,17	1,03	0,93	0,93	1,1	0,98	0,95	1,01	1,01	13,5	
	TO	14,63	12,19	15,35	12,28	15,56	12,75	11,44	15,62	13,13	14,08	12,88	11,46	13,05	14,43	14,4	12,3	13,61	14,36	13,31	13,34		
	TN	13,46	13,41	13,51	13,51	13,54	13,52	13,50	13,59	13,52	13,50	13,31	13,41	13,44	13,42	13,39	13,53	13,34	13,64	13,44	13,47		
ELEMNT04	V	1,05	1,15	1,01	0,88	0,85	1,01	0,88	1,02	1,05	1,15	1,20	1,05	1,12	0,95	0,95	0,95	1,15	0,98	0,93	1,05	5,7	
	TO	5,34	4,96	5,59	6,43	6,72	5,69	6,47	5,57	5,47	4,97	4,8	5,39	5,08	5,9	6	5,9	4,95	5,8	6,12	5,42		
	TN	5,61	5,70	5,65	5,66	5,71	5,75	5,69	5,68	5,74	5,72	5,76	5,66	5,69	5,61	5,70	5,61	5,69	5,68	5,69	5,69		
ELEMNT05	V	0,95	0,93	0,85	1,15	0,85	1,05	1,10	0,95	1,10	1,05	1,20	1,02	1,10	0,90	1,01	0,90	1,20	1,10	0,98	1,02	2,6	
	TO	2,78	2,8	3,1	2,3	3,12	2,47	2,37	2,75	2,33	2,45	2,18	2,55	2,44	2,93	2,62	2,92	2,11	2,35	2,63	2,55		
	TN	2,64	2,60	2,64	2,65	2,65	2,59	2,61	2,61	2,56	2,57	2,62	2,60	2,68	2,64	2,65	2,63	2,53	2,59	2,58	2,60		
TIEMPO NORMAL TOTAL																					27,4		

Los suplementos que se tuvieron en cuenta para determinar el tiempo estándar del proceso de ensamble son:

Tabla 12. Suplementos en el proceso de ensamble

SUPLEMENTOS	%
Necesidades personales	7
Por fatiga	4
Condiciones atmosféricas	7
Monotonía física (tedio)	1
Concentración intensa	2
Postura ligeramente incomoda	1
<b>TOTAL SUPLEMENTOS</b>	<b>22%</b>

Los suplementos o tolerancias que se deben tener en cuenta para determinar el tiempo estándar son del 22%.

Por medio de la ecuación 5 se encontró que el tiempo estándar del proceso de ensamble es:

$$TE = \frac{31,2 \text{ seg}}{1 - 0,22}$$

$$TE = 40 \text{ seg}$$

El tiempo estándar del proceso de ensamble para 10 unidades es de 40 segundos. Es decir que el tiempo estándar para el ensamble de un aplicador vaginal es 4 segundos.

La producción estimada con respecto al tiempo estándar obtenido es de:

$$3600\text{seg} / h \times 8h / \text{turno} = 28800\text{seg} / \text{turno}$$

$$\frac{28800\text{seg} / \text{turno}}{4\text{seg} / \text{unidad}} = 7200\text{unidades} / \text{turno}$$

La producción por operaria es de 7200 unidades por turno. En este proceso trabajan 3 operarias por turno, esto indica que la los aplicadores ensamblados por turno es de 21.600 unidades.

**3.3.2 Estimación del tiempo estándar del empaque de seis (6) aplicadores vaginales.** El empaque de seis aplicadores se realiza manualmente, para realizar este proceso es necesario que cada aplicador este empackado individualmente de tal manera que el operario pueda agrupar los seis aplicadores y asegurarlos con cinta. A este proceso se realizó el estudio

bimanual y se determinaron elementos para la mano izquierda y la mano derecha.

Tabla 13. Elementos del proceso de empaque de seis aplicadores en la mano derecha.

<b>ELEMENTOS</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>ELEMENTO 1</b>	Toma seis aplicadores, los lleva a la mano izquierda y los organiza
<b>ELEMENTO 2</b>	Toma cinta, envuelve cinta en aplicadores, asegura cinta y acomoda aplicadores

Tabla 14. Elementos del proceso de empaque de seis aplicadores en la mano izquierda.

<b>ELEMENTOS</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>ELEMENTO 1</b>	Recibe aplicadores y sostiene aplicadores
<b>ELEMENTO 2</b>	Sostiene aplicadores, los lleva a la caja y suelta

En cada elemento se tomaron 10 observaciones preliminares, se utilizó la ecuación 4 para determinar el número de observaciones reales, se halló el promedio del tiempo normal de cada elemento y se determinó el tiempo normal total de los elementos de la mano derecha y la mano izquierda.

Igualmente que en los procesos anteriores se eligió entre el tiempo normal total de la mano derecha y el tiempo normal total de la mano izquierda el de mayor valor para determinar el tiempo normal total del proceso de ensamble de seis aplicadores.



Tabla 15. Tiempos preliminares del proceso de ensamble de seis aplicadores.

OBSERVACIONES PRELIMINARES												
Fecha y hora		Abril 24 de 2008, 8:30 a.m										
Analista		Ana Marcela Gil Vasquez										
Operario		Maria del Carmen Ruiz										
MANO DERECHA												
OBSERVACIONES ELEMENTOS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
ELEMNT0 1	V	0,95	0,75	0,95	0,95	0,85	1,1	0,95	0,95	1,05	0,95	
	TO	5,3	6,24	5,31	5,18	5,7	5,02	5,27	5,36	5,11	5,27	
	TN	5,04	4,68	5,04	4,92	4,85	5,52	5,01	5,09	5,37	5,01	
ELEMNT0 2	V	1,1	0,85	0,95	0,95	0,85	1,1	0,95	0,95	1,1	0,95	
	TO	2,02	2,68	2,43	2,27	2,58	2,11	2,49	2,49	2,15	2,49	
	TN	2,22	2,28	2,31	2,16	2,19	2,32	2,37	2,37	2,37	2,37	
MANO IZQUIERDA												
OBSERVACIONES ELEMENTOS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
ELEMNT0 1	V	1,15	0,95	1,05	0,9	1,02	0,9	0,95	1,05	0,95	0,95	
	TO	5,25	6,22	5,66	6,72	5,88	6,66	6,16	5,57	6,25	6,03	
	TN	6,04	5,91	5,94	6,05	6,00	5,99	5,85	5,85	5,94	5,73	
ELEMNT0 2	V	0,98	1,05	1	1,05	0,9	0,95	1,05	0,87	1,15	1,15	
	TO	2,71	2,5	2,6	2,5	2,28	2,75	2,5	3	2,28	2,28	
	TN	2,66	2,63	2,60	2,63	2,05	2,61	2,63	2,61	2,62	2,62	

Tabla 16. Determinación de las observaciones reales de los elementos de la mano derecha y la mano izquierda en el proceso de empaque de seis aplicadores vaginales.

OBSERVACIONES REALES													
ELEMENTOS MANO DERECHA													
	OBSERVACIONES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	SUMATORIA	NUMERO DE OBSERVACIONES REALES
ELEMENTO 1	X	5,3	6,24	5,31	5,18	5,7	5,02	5,27	5,36	5,11	5,27	53,76	6
	X <sup>2</sup>	28,09	38,94	28,20	26,83	32,49	25,20	27,77	28,73	26,11	27,77	290,13	
ELEMENTO 2	X	2,02	2,68	2,43	2,27	2,58	2,11	2,49	2,49	2,15	2,49	23,71	12
	X <sup>2</sup>	4,08	7,18	5,90	5,15	6,66	4,45	6,20	6,20	4,62	6,20	56,65	
ELEMENTOS MANO IZQUIERDA													
	OBSERVACIONES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	SUMATORIA	NUMERO DE OBSERVACIONES REALES
ELEMENTO 1	X	5,25	6,22	5,66	6,72	5,88	6,66	6,16	5,57	6,25	6,03	60,40	9
	X <sup>2</sup>	27,56	38,69	32,04	45,16	34,57	44,36	37,95	31,02	39,06	36,36	366,77	
ELEMENTO 2	X	2,71	2,5	2,6	2,5	2,28	2,75	2,5	3	2,28	2,28	25,40	12
	X <sup>2</sup>	7,34	6,25	6,76	6,25	5,20	7,56	6,25	9,00	5,20	5,20	65,01	

El número de observaciones reales que se deben tomar para determinar el tiempo estándar del proceso de empaque de seis aplicadores son 12. Solo restaría tomar dos (2) observaciones para cumplir con este requisito.

Con las 12 observaciones se calculó de nuevo el número de observaciones (Anexo F) y se verificó que son menores de 12.

En la tabla 17 se puede observar que el tiempo normal total de los elementos de la mano derecha es de 7,34 segundos y el tiempo normal total de los elementos de la mano izquierda es de 8,48 segundos. Esto indica que el tiempo normal total del proceso de empaque de seis aplicadores es de 8,48 segundos.

Tabla 17. Determinación del tiempo normal de los elementos de la mano derecha y la mano izquierda en el proceso de empaque manual de seis aplicadores.

OBSERVACIONES REALES																
Fecha y hora		Abril 15 de 2008, 8:30 a.m														
Analista		Ana Marcela Gil Vasquez														
Operario		Maria del Carmen Ruiz														
MANO DERECHA																
OBSERVACIONES ELEMENTOS			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	PROMEDIO TIEMPO NORMAL	
		ELEMNT0 1	V	0,95	0,75	0,95	0,95	0,85	1,1	0,95	0,95	1,05	0,95	0,9	0,95	5,07
			TO	5,3	6,24	5,31	5,18	5,7	5,02	5,27	5,36	5,11	5,27	5,77	5,36	
			TN	5,04	4,68	5,04	4,92	4,85	5,52	5,01	5,09	5,37	5,01	5,19	5,09	
ELEMNT0 2	V	1,1	0,85	0,95	0,95	0,85	1,1	0,95	0,95	1,1	0,95	1,1	0,85	2,27		
	TO	2,02	2,68	2,43	2,27	2,58	2,11	2,49	2,49	2,15	2,49	2,18	2,25			
	TN	2,22	2,28	2,31	2,16	2,19	2,32	2,37	2,37	2,37	2,37	2,40	1,91			
												TIEMPO NORMAL TOTAL		7,34		
MANO IZQUIERDA																
OBSERVACIONES ELEMENTOS			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	PROMEDIO TIEMPO NORMAL	
		ELEMNT0 1	V	1,15	0,95	1,05	0,9	1,02	0,9	0,95	1,05	0,95	0,95	1,15	1,2	5,96
			TO	5,25	6,22	5,66	6,72	5,88	6,66	6,16	5,57	6,25	6,03	5,22	5,16	
			TN	6,04	5,91	5,94	6,05	6,00	5,99	5,85	5,85	5,94	5,73	6,00	6,19	
ELEMNT0 2	V	0,98	1,05	1	1,05	0,9	0,95	1,05	0,87	1,15	1,15	0,85	1,05	2,52		
	TO	2,71	2,5	2,6	2,5	2,28	2,75	2,5	3	2,28	2,28	2,32	2,5			
	TN	2,66	2,63	2,60	2,63	2,05	2,61	2,63	2,61	2,62	2,62	1,97	2,63			
												TIEMPO NORMAL TOTAL		8,48		

Para determinar el tiempo estándar del proceso de ensamble de seis aplicadores, se tuvieron en cuenta los siguientes suplementos:

Tabla 18. Suplementos en el proceso de empaque de seis aplicadores vaginales

<b>SUPLEMENTOS</b>	<b>%</b>
Necesidades personales	7
Por fatiga	4
Condiciones atmosféricas	7
Monotonía física (tedio)	1
Postura ligeramente incomoda	1
<b>TOTAL SUPLEMENTOS</b>	<b>20%</b>

Los suplementos que se deben tener en cuenta para determinar el tiempo estándar del proceso de empaque de seis aplicadores son del 20%.

Al utilizar la ecuación 5 se encontró que el tiempo estándar del proceso de empaque de seis aplicadores es:

$$TE = \frac{8,48 \text{ seg}}{1 - 0,20}$$

$$TE = 10,6 \text{ seg}$$

El tiempo estándar del proceso de empaque de seis aplicadores es de 10,6 segundos.

**3.3.3 Estimación del tiempo estándar del proceso de producción del aplicador vaginal.** En el proceso de fabricación del aplicador se toman las operaciones desde que entra la materia prima hasta que se obtiene el producto terminado.

Los elementos seleccionados para este proceso se dividieron en dos grupos, los elementos regulares o repetitivos y los elementos casuales o irregulares.

Los elementos regulares son los que aparecen una vez cada ciclo de trabajo y los elementos casuales o irregulares son los que no aparecen en cada ciclo de trabajo, sino a intervalos tanto regulares como irregulares<sup>35</sup>.

---

<sup>35</sup> GARCÍA C, Op. cit., p. 193

Tabla 19. Elementos regulares del proceso de producción del aplicador vaginal

ELEMENTOS	DESCRIPCIÓN
ELEMENTO 1	Proceso de inyección de la base (máquina)
ELEMENTO 2	Inspección bases
ELEMENTO 3	Ensamble de émbolo y base
ELEMENTO 4	Almacenar aplicadores
ELEMENTO 5	Empaque de aplicadores
ELEMENTO 6	Inspección y colocar de aplicadores en caja
ELEMENTO 7	Almacenaje aplicadores empacados
ELEMENTO 8	Transportar aplicadores empacados a almacenaje

Tabla 20. Elementos irregulares del proceso de producción del aplicador vaginal

ELEMENTOS	DESCRIPCIÓN
ELEMENTO 9	Transporte PEBD virgen y molido a máquina inyectora
ELEMENTO 10	Mezcla de materia prima y llenado de la tolva
ELEMENTO 11	Transportar émbolo a ensamble
ELEMENTO 12	Llevar aplicadores a la balanza y pesarlos
ELEMENTO 13	Transportar aplicadores a empaque
ELEMENTO 14	Inspección final
ELEMENTO 15	Etiquetar cajas
ELEMENTO 16	Transportar caja de aplicadores a bodega

Debido a que la empresa comercializa los aplicadores individualmente, en empaque de tres y en empaque de seis, existen elementos que son iguales y tienen el mismo tiempo para las tres presentaciones, pero algunos elementos se estudiaron por separado ya que tienen propiedades diferentes.

Las características de los elementos se muestran a continuación:

Elemento 1: proceso de inyección de la base. En el proceso de inyección se generan ocho (8) bases o cánulas y una (1) rama. Este proceso se hace por medio de la máquina inyectora.

Elemento 2: inspección bases. Para la inspección la operaria coge 10 bases en su mano para revisarlas, seleccionadas y separar las que no cumplen con la calidad ya que presentan puntos negros, rebaba o están incompletas.

Elemento 3: ensamble de émbolo y base. En este elemento se tomó el tiempo estándar del proceso de ensamble determinado anteriormente.

Elemento 4: almacenar aplicadores. La operaria almacena 3000 aplicadores en una caja.

Elemento 5: empaque de aplicadores. En el empaque de aplicadores se utiliza una banda transportadora en la cual se coloca 1 o 3 aplicadores dependiendo del pedido y el laboratorio a quien se les será entregado, esta lleva los aplicadores a una máquina empacadora la cual a través de una cinta los empaca.

Elemento 6: inspección y empaque de aplicadores en caja. En la inspección y empaque de aplicadores la operaria coge 1, 3 o 6 aplicadores en su mano para ser revisados y empacados en una caja. Para el empaque de seis aplicadores se tomo el tiempo estándar del proceso de empaque de seis aplicadores determinado anteriormente.

Elemento 7: almacenaje de aplicadores empacado. En cada caja la operaria empaca 1700 aplicadores en empaque individuales, 667 aplicadores en empaque de 3 unidades, y 296 en empaque de seis unidades.

Elemento 8: transportar aplicadores empacados a almacenaje. El transporte y almacenaje de los aplicadores se hace cuando ya a cumplido con la cantidad establecida en la caja, la cual es cerrada y sellada con cinta, para luego ser llevada a el lugar de almacenaje.

Elemento 9: transporte de PEBD virgen (sin procesar) y molido (procesado y recuperado por molienda) a la máquina inyectora. Se realiza una o dos veces en el día.

Elemento 10: mezcla de materia prima y llenado de tolva. Esta actividad se realiza aproximadamente cada dos (2) horas.

Elemento 11: transportar émbolos a ensamble. El transporte se hace una vez al inicio del turno.

Elemento 12: llevar aplicadores a la báscula y pesarlo. No existe un control en esta actividad, debido a que el operario la realiza cuando quiere.

Elemento 13: transportar aplicadores a empaque. Este transporte se realiza cuando en el proceso de empaque necesitan aplicadores o cuando el en el área de ensamble hay mucha acumulación de cajas.

Elemento 14: inspección final. Se realiza una vez en un turno, pues esperan a tener toda la producción almacenada para realizar esta actividad.

Elemento 15: etiquetar cajas. Las cajas son etiquetadas al final de cada turno.

Elemento 16: transportar caja de aplicadores a bodega. Cuando las cajas se encuentran debidamente empacadas y etiquetadas se transportan a la bodega para ser entregado a los clientes, este transporte se realiza una o dos veces al día.

A cada uno de los elementos regulares se le tomaron 10 observaciones preliminares y se utilizó la ecuación 4 para determinar el número de observaciones reales necesarias. A los elementos irregulares se le tomaron solo 10 observaciones y se determinó el tiempo normal de cada elemento, este tiempo fue dividido por el número de unidades que se producen en cada elemento para conocer el tiempo normal por unidad. En la tabla 21 se encuentran las cantidades por las que fue dividido cada elemento irregular.

Tabla 21. Unidades producidas en cada elemento irregular

<b>ELEMENTO</b>	<b>NUMERO DE UNIDADES PRODUCIDAS</b>
Elemento 9	10417 unidades
Elemento 10	5500 unidades
Elemento 11	7000 unidades
Elemento 12	3000 unidades
Elemento 13	3000 unidades

Los elementos 14, 15 y 16 dependen del tipo de empaque que se utilice, debido a esto los valores en los que se dividen son diferentes. Así para el empaque individual se dividieron por 1700, en el empaque de tres unidades se dividió por 667 y en el empaque de seis unidades se dividió por 296.



Tabla 22. Tiempos preliminares de los elementos regulares del proceso de producción del aplicador vaginal

OBSERVACIONES PRELIMINARES											
Fecha y hora		Abril 15 de 2008, 9:00 a.m									
Analista		Irene Capera Sarria									
OBSERVACIONES ELEMENTOS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ELEMENTO 1	V	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	TO	11,72	11,90	11,75	11,78	11,72	12,00	11,89	11,84	12,09	11,68
	TN	11,72	11,90	11,75	11,78	11,72	12,00	11,69	11,84	12,09	11,68
ELEMENTO 2	V	0,95	0,80	0,75	0,90	0,85	0,80	1,00	1,05	1,05	0,75
	TO	11,08	13,03	13,75	12,00	12,47	13,19	10,50	10,13	10,04	13,97
	TN	10,51	10,42	10,31	10,80	10,60	10,55	10,50	10,64	10,54	10,48
ELEMENTO 4	V	1,20	1,17	1,15	1,10	1,10	1,17	1,20	1,18	1,13	1,15
	TO	11232,00	11700,00	11880,00	12348,00	12276,00	11628,00	11376,00	11592,00	12060,00	11808,00
	TN	13478,40	13689,00	13662,00	13582,80	13503,60	13604,76	13651,20	13678,56	13627,80	13579,20
ELEMENTO 5 1 APLICADOR	V	1,00	0,95	1,00	0,95	1,10	0,97	1,05	0,95	0,98	0,95
	TO	4,75	5,16	4,72	5,12	4,44	5,00	4,57	5,19	4,91	5,13
	TN	4,75	4,90	4,72	4,86	4,88	4,86	4,80	4,93	4,81	4,86
ELEMENTO 5 3 APLICADORES	V	0,97	0,98	0,90	0,90	0,95	0,94	0,97	0,97	0,85	0,95
	TO	7,16	7,06	7,45	7,56	7,27	7,37	7,15	7,14	8,21	7,29
	TN	6,95	6,92	6,71	6,80	6,91	6,93	6,94	6,93	6,98	6,93
ELEMENTO 6 1 APLICADOR	V	1,08	0,90	0,99	1,00	1,05	1,10	0,90	0,95	1,00	0,92
	TO	1,02	1,24	1,11	1,10	1,06	1,00	1,22	1,15	1,09	1,19
	TN	1,10	1,12	1,10	1,10	1,11	1,10	1,10	1,09	1,09	1,09
ELEMENTO 6 3 APLICADORES	V	1,00	0,88	0,95	0,88	0,85	0,85	0,95	0,85	0,88	0,90
	TO	1,66	1,90	1,78	1,89	2,00	1,95	1,76	1,98	1,93	1,88
	TN	1,66	1,67	1,69	1,66	1,70	1,66	1,67	1,68	1,70	1,69
ELEMENTO 7 1 APLICADOR	V	1,05	1,09	0,98	1,03	1,05	1,06	0,95	0,90	0,90	1,05
	TO	624,80	601,20	665,40	636,00	628,80	619,80	695,40	725,40	733,20	628,80
	TN	655,83	655,31	652,09	655,08	660,24	656,99	660,63	652,86	659,88	660,24
ELEMENTO 7 3 APLICADORES	V	1,00	1,10	1,00	0,99	0,99	0,99	1,00	1,00	0,99	1,00
	TO	435,60	391,20	437,40	441,00	442,20	438,00	434,40	436,20	438,00	436,80
	TN	435,60	430,32	437,40	436,59	437,78	433,62	434,40	436,20	433,62	436,80
ELEMENTO 7 6 APLICADORES	V	0,89	1,10	0,93	1,03	0,93	1,03	0,94	0,96	0,99	0,94
	TO	979,20	792,00	933,60	843,00	935,40	844,80	924,00	903,60	875,40	927,00
	TN	871,49	871,20	868,25	868,29	869,92	870,14	868,56	867,46	866,65	871,38
ELEMENTO 8	V	0,99	0,89	0,90	0,96	1,04	0,98	1,06	0,91	0,95	1,09
	TO	10,47	11,66	11,54	10,80	9,95	10,55	9,80	11,40	10,90	9,52
	TN	10,37	10,38	10,39	10,37	10,35	10,34	10,39	10,37	10,36	10,38

Tabla 23. Determinación de las observaciones reales de los elementos regulares del proceso de producción del aplicador vaginal

ELEMENTOS REGULARES													
	OBSERVACIONES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	SUMATORIA	NUMERO DE OBSERVACIONES REALES
ELEMENTO 1	X	11,72	11,90	11,75	11,78	11,72	12,00	11,69	11,84	12,09	11,68	118,17	0
	X <sup>2</sup>	137,36	141,61	138,06	138,77	137,36	144,00	136,66	140,19	146,17	136,42	1396,59	
ELEMENTO 2	X	11,06	13,03	13,75	12,00	12,47	13,19	10,50	10,13	10,04	13,97	120,14	22
	X <sup>2</sup>	122,32	169,78	189,06	144,00	155,50	173,98	110,25	102,62	100,80	195,16	1463,47	
ELEMENTO 4	X	11232,00	11700,00	11880,00	12348,00	12276,00	11628,00	11376,00	11592,00	12060,00	11808,00	117900,00	1
	X <sup>2</sup>	126157824,00	136890000,00	141134400,00	152473104,00	150700176,00	135210384,00	129413376,00	134374464,00	145443600,00	139428864,00	1391226192,00	
ELEMENTO 5 1 APLICADOR	X	4,75	5,16	4,72	5,12	4,44	5,00	4,57	5,19	4,91	5,13	48,99	4
	X <sup>2</sup>	22,56	26,63	22,28	26,21	19,71	25,00	20,88	26,94	24,11	26,32	240,64	
ELEMENTO 5 3 APLICADORES	X	7,16	7,06	7,45	7,56	7,27	7,37	7,15	7,14	8,21	7,29	73,66	3
	X <sup>2</sup>	51,27	49,84	55,50	57,15	52,85	54,32	51,12	50,98	67,40	53,14	543,59	
ELEMENTO 6 1 APLICADOR	X	1,02	1,24	1,11	1,10	1,06	1,00	1,22	1,15	1,09	1,19	11,18	8
	X <sup>2</sup>	1,04	1,54	1,23	1,21	1,12	1,00	1,49	1,32	1,19	1,42	12,56	
ELEMENTO 6 3 APLICADORES	X	1,66	1,90	1,78	1,89	2,00	1,95	1,76	1,98	1,93	1,88	18,73	5
	X <sup>2</sup>	2,76	3,61	3,17	3,57	4,00	3,80	3,10	3,92	3,72	3,53	35,19	
ELEMENTO 7 1 APLICADORES	X	624,60	601,20	665,40	636,00	628,80	619,80	695,40	725,40	733,20	628,80	6558,60	7
	X <sup>2</sup>	390125,16	361441,44	442757,16	404496,00	395389,44	384152,04	483581,16	526205,16	537582,24	395389,44	4321119,24	
ELEMENTO 7 3 APLICADORES	X	435,60	391,20	437,40	441,00	442,20	438,00	434,40	436,20	438,00	436,80	4330,80	2
	X <sup>2</sup>	189747,36	153037,44	191318,76	194481,00	195540,84	191844,00	188703,36	190270,44	191844,00	190794,24	1877581,44	
ELEMENTO 7 6 APLICADORES	X	979,20	792,00	933,60	843,00	935,40	844,80	924,00	903,60	875,40	927,00	8958,00	6
	X <sup>2</sup>	958832,64	627264,00	871608,96	710649,00	874973,16	713687,04	853776,00	816492,96	766325,16	859329,00	8052937,92	
ELEMENTO 8	X	10,47	11,66	11,54	10,80	9,95	10,55	9,80	11,40	10,90	9,52	106,59	7
	X <sup>2</sup>	109,62	135,96	133,17	116,64	99,00	111,30	96,04	129,96	118,81	90,63	1141,13	

Tabla 24. Determinación del tiempo normal de los elementos irregulares por cada tipo de empaque

ELEMENTOS IRREGULARES															
Fecha y hora		Abril 16 de 2008, 9:00 a.m													
Analista		Irene Capera Sarria													
OBSERVACIONES ELEMENTOS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	PROMEDIO TIEMPO NORMAL	PROMEDIO TIEMPO NORMAL EMPAQUE INDIVIDUAL	PROMEDIO TIEMPO NORMAL EMPAQUE DE 3 APLICADORES	PROMEDIO TIEMPO NORMAL EMPAQUE DE 6 APLICADORES
ELEMENTO 9	V	1,00	0,90	1,00	1,05	1,04	1,00	1,13	0,95	0,97	0,98				
	TO	13,45	14,82	13,55	12,78	12,97	13,54	11,98	14,24	13,94	13,77				
	TN	13,45	13,34	13,55	13,42	13,49	13,54	13,54	13,53	13,52	13,49	13,49	0,0013	0,0013	0,0013
ELEMENTO 10	V	1,03	0,98	1,00	1,03	0,97	1,03	1,00	0,97	1,03	0,97				
	TO	31,79	33,48	32,62	31,97	33,92	31,99	32,75	33,69	31,85	33,87				
	TN	32,74	32,81	32,62	32,93	32,90	32,95	32,75	32,68	32,81	32,85	32,80	0,0060	0,0060	0,0060
ELEMENTO 11	V	0,99	1,03	1,01	1,01	1,05	1,06	0,98	0,98	0,96	0,94				
	TO	22,78	21,95	22,45	22,42	21,56	21,31	23,15	22,99	23,45	23,98				
	TN	22,55	22,61	22,67	22,64	22,64	22,59	22,69	22,53	22,51	22,54	22,60	0,0032	0,0032	0,0032
ELEMENTO 12	V	1,04	1,00	1,00	0,97	1,03	1,00	0,95	1,03	0,97	1,00				
	TO	3,45	3,56	3,59	3,68	3,46	3,58	3,75	3,49	3,70	3,56				
	TN	3,59	3,56	3,59	3,57	3,56	3,58	3,56	3,59	3,59	3,56	3,58	0,0012	0,0012	0,0012
ELEMENTO 13	V	1,00	0,95	0,98	0,92	1,07	1,07	1,02	1,03	1,08	0,94				
	TO	11,77	12,36	11,94	12,80	10,98	10,95	11,47	11,40	10,90	12,52				
	TN	11,77	11,74	11,70	11,78	11,75	11,72	11,70	11,74	11,77	11,77	11,74	0,0039	0,0039	0,0039
ELEMENTO 14	V	0,94	1,13	1,01	1,13	1,00	1,02	0,88	1,15	0,85	0,98				
	TO	75,60	63,00	70,80	63,00	71,40	70,20	79,80	61,80	84,00	73,80				
	TN	71,06	71,19	71,51	71,19	71,40	71,60	70,22	71,07	71,40	72,32	71,30	0,042	0,107	0,241
ELEMENTO 15	V	1,00	1,00	1,02	0,98	1,00	0,98	1,00	1,00	1,00	1,02				
	TO	46,97	46,95	45,91	47,65	46,88	47,93	46,99	47,02	47,04	45,83				
	TN	46,97	46,95	46,83	46,70	46,88	46,97	46,99	47,02	47,04	46,75	46,91	0,03	0,07	0,16
ELEMENTO 16	V	1,13	0,96	0,89	1,08	0,85	1,02	0,88	1,05	1,17	1,09				
	TO	10,54	12,45	13,39	10,99	14,05	11,70	13,55	11,29	10,21	10,92				
	TN	11,91	11,95	11,92	11,87	11,94	11,93	11,92	11,85	11,95	11,90	11,92	0,007	0,018	0,040
									TOTAL TIEMPO NORMAL			214,33	0,092	0,211	0,455

Como se puede observar en la tabla 22 el número de observaciones reales que se deben tomar son 22, para cumplir con este número de observaciones solo se necesitó tomar 12 nuevas observaciones.

Con el fin de rectificar que las 22 observaciones fueron suficientes, se volvió a calcular el número de observaciones y efectivamente dieron menor a 22 (Anexo G).

Al igual que en los procesos anteriores se determinó el tiempo promedio normal para cada actividad y el tiempo normal total de los elementos regulares para empaque individual, empaque de tres (3) unidades y empaque de seis (6) unidades.

Ya que en cada proceso se obtienen diferentes cantidades de productos, se dividió el tiempo promedio de cada elemento por el número de unidades que se produce para conocer el tiempo normal por unidad. En la tabla 23 se muestra las cantidades por las que se dividieron.

Tabla 25. Unidades producidas en cada elemento regular

<b>ELEMENTO</b>	<b>NUMERO DE UNIDADES PRODUCIDAS</b>
Elemento 1	8 unidades
Elemento 2	10 unidades
Elemento 4	3000 unidades
Elemento 7	1700 unidades empaque individual, 667 unidades empaque de tres, 296 unidades empaque de seis
Elemento 8	1700 unidades empaque individual, 667 unidades empaque de tres, 296 unidades empaque de seis

Para el proceso de empaque de tres y de seis unidades el tiempo normal promedio cambia porque se realizan de forma diferente.

Tabla 26. Determinación del tiempo normal del proceso de producción para el aplicador vaginal en empaque individual

OBSERVACIONES REALES EMPAQUE INDIVIDUAL																									
Fecha y hora		Abril 22 de 2008, 9:00 a.m																							
Analista		Irene Caperá Sarria																							
OBSERVACIONES ELEMENTOS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	PROMEDIO TIEMPO NORMAL	PROMEDIO TIEMPO NORMAL POR UNIDAD
ELEMENTO 1	V	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		
	TO	11,72	11,90	11,75	11,78	11,72	12,00	11,89	11,84	12,08	11,88	12,09	12,08	12,04	11,72	11,45	11,72	11,83	12,10	11,70	12,11	12,24	11,58		
	TN	11,72	11,90	11,75	11,78	11,72	12,00	11,89	11,84	12,09	11,88	12,09	12,08	12,04	11,72	11,45	11,72	11,83	12,10	11,70	12,11	12,24	11,58	11,86	1,48
ELEMENTO 2	V	1,10	0,94	0,88	1,00	0,98	0,92	1,15	1,20	1,20	0,87	0,95	0,94	0,87	1,10	0,98	0,90	0,95	1,00	1,10	0,93	0,93	0,95		
	TO	11,06	13,03	13,75	12,00	12,47	13,19	10,50	10,13	10,04	13,97	12,70	12,94	13,83	11,28	12,53	13,50	12,72	11,88	10,98	12,94	13,28	12,74		
	TN	12,17	12,25	12,10	12,00	12,22	12,13	12,08	12,16	12,05	12,15	12,07	12,16	12,03	12,41	12,28	12,15	12,08	11,88	12,08	12,03	12,35	12,10	12,13	1,21
ELEMENTO 4	V	1,05	1,00	0,99	0,95	0,95	1,02	1,05	1,02	0,98	1,00	0,90	1,05	0,95	0,94	0,95	1,00	0,97	1,05	1,03	0,95	0,99	1,05		
	TO	11232,00	11700,00	11880,00	12348,00	12278,00	11628,00	11378,00	11592,00	12060,00	11808,00	12888,00	11120,00	12400,00	12480,00	12400,00	11724,00	12128,00	11020,00	11400,00	12416,00	11912,00	11236,00		
	TN	11793,60	11700,00	11781,20	11730,60	11662,20	11860,56	11944,80	11823,84	11818,80	11808,00	11599,20	11676,00	11780,00	11731,20	11780,00	11724,00	11764,16	11571,00	11742,00	11795,20	11792,88	11797,80	11757,14	3,92
ELEMENTO 5 APLICADOR	V	1,00	0,95	1,05	0,95	1,10	0,98	1,07	0,95	1,00	0,95	0,90	1,05	0,95	1,07	1,05	0,95	1,00	0,99	0,95	1,00	0,95	1,00		
	TO	4,75	5,16	4,72	5,12	4,44	5,00	4,57	5,19	4,91	5,13	5,28	4,68	5,22	4,59	4,68	5,10	4,78	4,94	5,22	4,81	5,13	4,91		
	TN	4,75	4,90	4,96	4,86	4,88	4,90	4,89	4,93	4,91	4,87	4,75	4,92	4,96	4,91	4,91	4,85	4,78	4,89	4,96	4,81	4,87	4,91	4,88	4,88
ELEMENTO 6 APLICADOR	V	1,10	0,90	1,00	1,00	1,10	1,10	0,90	0,98	1,10	0,95	0,90	0,99	1,10	1,10	0,90	0,98	1,00	1,10	1,10	1,15	1,10	0,98		
	TO	1,02	1,24	1,11	1,10	1,06	1,00	1,22	1,15	1,09	1,19	1,28	1,13	1,02	1,04	1,25	1,14	1,11	1,04	1,03	0,97	1,02	1,14		
	TN	1,12	1,12	1,11	1,10	1,17	1,10	1,10	1,13	1,20	1,13	1,15	1,12	1,12	1,14	1,13	1,12	1,11	1,14	1,13	1,12	1,12	1,12	1,13	1,13
ELEMENTO 7 APLICADOR	V	1,05	1,10	0,99	1,05	1,05	1,10	0,93	0,90	0,95	1,05	0,95	0,95	1,05	0,98	1,05	0,98	1,20	1,05	0,98	0,95	1,05	0,98		
	TO	624,60	801,20	665,40	636,00	628,80	619,80	695,40	725,40	733,20	628,80	693,00	685,80	634,80	667,80	634,80	668,40	618,00	628,20	677,40	685,20	633,60	674,40		
	TN	655,83	661,32	658,75	667,80	660,24	681,78	646,72	652,86	623,22	660,24	658,35	651,51	666,54	654,44	666,54	655,03	741,60	659,61	663,85	650,94	665,28	660,91	661,97	0,39
ELEMENTO 8	V	1,00	0,90	0,90	0,98	1,10	0,99	1,10	0,95	0,98	1,12	1,05	1,05	1,10	1,10	1,12	1,10	1,05	0,99	1,00	1,05	1,00			
	TO	10,47	11,86	11,54	10,80	9,95	10,55	9,80	11,40	10,90	9,52	10,15	10,13	9,88	9,83	9,55	10,00	10,22	10,36	10,65	10,47	10,32	10,43		
	TN	10,47	10,49	10,39	10,58	10,95	10,44	10,78	10,83	10,68	10,66	10,66	10,64	10,87	10,59	10,70	11,00	10,73	10,88	10,54	10,47	10,84	10,43	10,66	0,01
TIEMPO NORMAL TOTAL POR UNIDAD																							13,02		

El tiempo normal total de los elementos regulares es de 13,02 segundos y el tiempo normal total de los elementos irregulares es de 0,092 segundos, esto indica que el tiempo normal total del proceso de fabricación del aplicador vaginal en empaque individual es de 13,11 segundos

Los suplementos que se concedieron para este proceso son:

Tabla 27. Suplementos concedidos en el proceso de producción del aplicador vaginal

<b>SUPLEMENTOS</b>	<b>%</b>
Necesidades personales	7
Por fatiga	4
Por trabajar de pie	4
Condiciones atmosféricas	6
Monotonía física (tedio)	1
Postura ligeramente incomoda	1
<b>TOTAL SUPLEMENTOS</b>	<b>23%</b>

Los suplementos que se deben tener en cuenta para determinar el tiempo estándar del proceso de producción del aplicador vaginal en presentación individual son del 23%.

Utilizando la ecuación 5 se encontró que el tiempo estándar del proceso de fabricación del aplicador vaginal en presentación individual es el siguiente:

$$TE = \frac{13,11 \text{ seg}}{1 - 0,23}$$

$$TE = 17,03 \text{ seg}$$

El tiempo estándar determinado anteriormente para el proceso de ensamble de un aplicador vaginal fue de 4 segundos. Este tiempo se sumó al tiempo estándar del proceso de fabricación del aplicador vaginal en presentación individual, debido a que antes no se había tenido en cuenta.

Por tal motivo el tiempo estándar real del proceso de fabricación del aplicador vaginal en presentación individual es de 21,03 segundos.

Tabla 28. Determinación del tiempo normal del proceso de producción para el aplicador vaginal en empaque de tres unidades

OBSERVACIONES REALES EMPAQUE DE TRES UNIDADES																										
Fecha y hora		Abril 22 de 2008, 8:00 a.m																								
Analista		Irene Capera Sarria																								
OBSERVACIONES ELEMENTOS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	PROMEDIO TIEMPO NORMAL	PROMEDIO TIEMPO NORMAL EMPAQUE DE 3 APLICADORES	
	ELEMENTO 1	V	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		
		TO	11,72	11,80	11,75	11,78	11,72	12,00	11,88	11,84	12,09	11,88	12,09	12,08	12,04	11,72	11,45	11,72	11,83	12,10	11,70	12,11	12,24	11,58		
		TN	11,72	11,80	11,75	11,78	11,72	12,00	11,88	11,84	12,09	11,88	12,09	12,08	12,04	11,72	11,45	11,72	11,83	12,10	11,70	12,11	12,24	11,58	11,86	1,48
	ELEMENTO 2	V	1,10	0,94	0,88	1,00	0,98	0,92	1,15	1,20	1,20	0,87	0,95	0,94	0,87	1,10	0,98	0,90	0,95	1,00	1,10	0,93	0,93	0,95		
	TO	11,06	13,03	13,75	12,00	12,47	13,19	10,50	10,13	10,04	13,97	12,70	12,94	13,83	11,28	12,53	13,50	12,72	11,88	10,98	12,94	13,28	12,74			
	TN	12,17	12,25	12,10	12,00	12,22	12,13	12,08	12,16	12,05	12,15	12,07	12,16	12,03	12,41	12,28	12,15	12,08	11,88	12,08	12,03	12,35	12,10	12,13	1,21	
ELEMENTO 4	V	1,05	1,00	0,99	0,95	0,95	1,02	1,05	1,02	0,98	1,00	0,90	1,05	0,95	0,94	0,95	1,00	0,97	1,05	1,03	0,95	0,99	1,05			
	TO	11232,00	11700,00	11880,00	12348,00	12276,00	11828,00	11376,00	11592,00	12060,00	11808,00	12898,00	11120,00	12400,00	12480,00	12400,00	11724,00	12128,00	11020,00	11400,00	12416,00	11912,00	11236,00			
	TN	11793,60	11700,00	11761,20	11730,60	11662,20	11860,56	11944,80	11823,84	11818,80	11808,00	11599,20	11676,00	11780,00	11731,20	11780,00	11724,00	11764,16	11571,00	11742,00	11795,20	11792,88	11797,80	11757,14	3,92	
ELEMENTO 5 3 APLICADORES	V	1,00	1,05	0,99	0,97	1,00	0,99	1,00	1,00	0,90	1,00	1,12	1,12	1,08	1,20	1,05	1,15	1,20	1,12	1,20	1,10	1,10	1,15			
	TO	7,16	7,08	7,45	7,56	7,27	7,37	7,15	7,14	8,21	7,29	6,63	6,53	6,82	6,19	7,00	6,38	6,10	6,57	6,19	6,77	6,80	6,37			
	TN	7,16	7,41	7,38	7,33	7,27	7,30	7,15	7,14	7,39	7,29	7,43	7,31	7,37	7,43	7,35	7,34	7,32	7,36	7,43	7,45	7,48	7,33	7,34	7,34	
ELEMENTO 6 3 APLICADORES	V	1,10	0,98	1,05	0,98	1,05	0,95	1,05	0,90	0,95	0,98	1,30	1,30	1,45	1,40	1,20	1,20	1,20	1,25	1,15	1,20	1,10	1,10			
	TO	1,86	1,90	1,78	1,89	1,78	1,95	1,78	1,98	1,93	1,88	1,44	1,43	1,30	1,34	1,54	1,53	1,56	1,51	1,62	1,58	1,67	1,70			
	TN	1,83	1,86	1,87	1,85	1,87	1,85	1,85	1,78	1,83	1,84	1,87	1,86	1,89	1,88	1,85	1,84	1,87	1,89	1,86	1,90	1,84	1,87	1,86	1,86	
ELEMENTO 7 3 APLICADORES	V	0,99	1,10	0,99	0,98	0,98	0,99	1,00	0,99	0,99	0,99	0,98	0,99	0,99	0,99	0,99	1,00	1,00	0,99	0,98	0,99	0,99	0,99			
	TO	435,80	381,20	437,40	441,00	442,20	438,00	434,40	436,20	438,00	436,80	441,00	438,00	436,20	437,40	436,80	435,00	435,00	438,20	442,80	439,80	435,80	437,40			
	TN	431,24	430,32	433,03	432,18	433,36	433,62	434,40	431,84	433,62	432,43	432,18	433,62	431,84	433,03	432,43	435,00	435,00	434,81	433,94	435,40	431,24	433,03	433,07	0,65	
ELEMENTO 8	V	1,00	0,90	0,90	0,98	1,10	0,99	1,10	0,95	0,98	1,12	1,05	1,05	1,10	1,10	1,12	1,10	1,05	1,05	0,99	1,00	1,05	1,00			
	TO	10,47	11,68	11,54	10,80	9,95	10,55	9,80	11,40	10,90	9,52	10,15	10,13	9,88	9,63	9,55	10,00	10,22	10,36	10,65	10,47	10,32	10,43			
	TN	10,47	10,49	10,39	10,58	10,95	10,44	10,78	10,83	10,68	10,66	10,66	10,64	10,87	10,59	10,70	11,00	10,73	10,88	10,54	10,47	10,84	10,43	10,66	0,02	
TIEMPO NORMAL TOTAL DEL EMPAQUE DE 3 UNIDADES																								16,47		

Para determinar el promedio del tiempo normal de empaque de tres unidades se dividió igualmente los elementos por el número de unidades que produce, pero en este proceso el elemento 7 y el elemento 8 se dividieron por 667 unidades.

El tiempo normal total de los elementos regulares es de 16, 47 segundos y el tiempo normal total de los elementos irregulares es de 0,211 segundos, esto indica que el tiempo normal total del proceso de fabricación del aplicador vaginal en empaque de tres unidades es de 16,68 segundos

En este proceso los suplementos concedidos son iguales a el proceso de fabricación del aplicador en presentación individual, es decir del 23%.

Utilizando la ecuación 5 se encontró que el tiempo estándar del proceso de fabricación del aplicador vaginal en presentación individual es el siguiente:

$$TE = \frac{16,68 \text{ seg}}{1 - 0,23}$$
$$TE = 21,66 \text{ seg}$$

A este proceso también se le sumó el tiempo del proceso de ensamble de un aplicador vaginal que es igual a 4 segundos. Por tal motivo el tiempo estándar real del proceso de fabricación del aplicador vaginal en presentación de tres unidades es 25,66 segundos.



Tabla 29. Determinación del tiempo normal del proceso de producción para el aplicador vaginal en empaque de seis unidades

OBSERVACIONES REALES EMPAQUE DE SEIS UNIDADES																									
Fecha y hora		Abril 15 de 2008, 9:00 a.m																							
Analista		Irene Capera Samia																							
OBSERVACIONES ELEMENTOS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	PROMEDIO TIEMPO NORMAL	PROMEDIO TIEMPO NORMAL EMPAQUE DE 6 APLICADORES
	ELEMENTO 1	V	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		
	TO	11,72	11,80	11,75	11,78	11,72	12,00	11,88	11,84	12,08	11,88	12,08	12,08	12,04	11,72	11,45	11,72	11,83	12,10	11,70	12,11	12,24	11,58		
	TN	11,72	11,80	11,75	11,78	11,72	12,00	11,88	11,84	12,08	11,88	12,08	12,08	12,04	11,72	11,45	11,72	11,83	12,10	11,70	12,11	12,24	11,58	11,86	1,48
ELEMENTO 2	V	1,10	0,94	0,88	1,00	0,98	0,92	1,15	1,20	1,20	0,87	0,95	0,94	0,87	1,10	0,98	0,90	0,95	1,00	1,10	0,93	0,93	0,95		
	TO	11,06	13,03	13,75	12,00	12,47	13,19	10,50	10,13	10,04	13,97	12,70	12,94	13,83	11,28	12,53	13,50	12,72	11,88	10,98	12,94	13,28	12,74		
	TN	12,17	12,25	12,10	12,00	12,22	12,13	12,08	12,16	12,05	12,15	12,07	12,16	12,03	12,41	12,28	12,15	12,08	11,88	12,08	12,03	12,35	12,10	12,13	1,21
ELEMENTO 4	V	1,05	1,00	0,99	0,95	0,95	1,02	1,05	1,02	0,98	1,00	0,90	1,05	0,95	0,94	0,95	1,00	0,97	1,05	1,03	0,95	0,99	1,05		
	TO	11232,00	11700,00	11880,00	12348,00	12276,00	11828,00	11376,00	11582,00	12060,00	11808,00	12888,00	11120,00	12400,00	12480,00	12400,00	11724,00	12128,00	11020,00	11400,00	12416,00	11912,00	11236,00		
	TN	11793,60	11700,00	11761,20	11730,60	11682,20	11680,56	11944,80	11823,84	11818,80	11808,00	11599,20	11676,00	11780,00	11731,20	11780,00	11724,00	11764,16	11571,00	11742,00	11795,20	11792,88	11797,80	11757,14	3,92
ELEMENTO 5 1 APLICADOR	V	1,00	0,95	1,05	0,95	1,10	0,98	1,07	0,95	1,00	0,95	0,90	1,05	0,95	1,07	1,05	0,95	1,00	0,99	0,95	1,00	0,95	1,00		
	TO	4,75	5,18	4,72	5,12	4,44	5,00	4,57	5,19	4,91	5,13	5,28	4,88	5,22	4,59	4,88	5,10	4,78	4,94	5,22	4,81	5,13	4,91		
	TN	4,75	4,90	4,96	4,86	4,88	4,90	4,89	4,93	4,91	4,87	4,75	4,92	4,96	4,91	4,91	4,85	4,78	4,89	4,96	4,81	4,87	4,91	4,88	4,88
ELEMENTO 7 6 APLICADORES	V	0,90	1,13	0,95	1,05	0,95	1,05	0,95	0,99	1,00	0,95	1,05	1,10	1,15	1,05	0,98	0,98	1,10	1,10	1,03	1,05	1,07	0,99		
	TO	979,20	792,00	933,60	843,00	935,40	844,80	924,00	903,60	875,40	927,00	855,00	804,00	787,20	851,40	912,00	918,00	815,40	804,00	858,00	846,00	832,80	904,20		
	TN	881,28	894,96	886,92	885,15	888,53	887,04	877,80	894,56	875,40	880,65	897,75	884,40	905,28	893,97	893,76	899,64	896,94	884,40	883,74	888,30	891,10	895,16	889,40	3,0
ELEMENTO 8	V	1,00	0,90	0,90	0,98	1,10	0,99	1,10	0,95	0,98	1,12	1,05	1,05	1,10	1,10	1,12	1,10	1,05	1,05	0,99	1,00	1,05	1,00		
	TO	10,47	11,68	11,54	10,80	9,95	10,55	9,80	11,40	10,90	9,52	10,15	10,13	9,88	9,83	9,55	10,00	10,22	10,36	10,85	10,47	10,32	10,43		
	TN	10,47	10,49	10,39	10,58	10,95	10,44	10,78	10,83	10,68	10,66	10,66	10,64	10,87	10,59	10,70	11,00	10,73	10,88	10,54	10,47	10,84	10,43	10,66	0,04
TIEMPO NORMAL TOTAL DE EMPAQUE DE 6 UNIDADES																								14,54	

El promedio del tiempo normal de empaque de seis unidades se determinó dividiendo los elementos por el número de unidades que produce, para este proceso el elemento 7 y el elemento 8 se produce 667 unidades.

El tiempo normal total de los elementos regulares es de 14,54 segundos y el tiempo normal total de los elementos irregulares es de 0,455 segundos, esto indica que el tiempo normal total del proceso de fabricación del aplicador vaginal en empaque de tres unidades es de 14,99 segundos.

Los suplementos asignados a este proceso son iguales al proceso de fabricación del aplicador en presentación individual y empaque de tres unidades, es decir del 23%.

Utilizando la ecuación 5 se encontró que el tiempo estándar del proceso de fabricación del aplicador vaginal en presentación individual es el siguiente:

$$TE = \frac{14,99 \text{ seg}}{1 - 0,23}$$
$$TE = 19,47 \text{ seg}$$

Al igual que en los procesos anteriores se sumó el tiempo del proceso de ensamble de un aplicador vaginal que equivale a 4 segundos. A demás se tuvo en cuenta el tiempo estándar del proceso de empaque manual de seis aplicadores que es igual a 10,6 segundos.

De tal manera que el tiempo normal real del proceso de producción para el aplicador vaginal en empaque de seis unidades es de 34,07 segundos.

### 3.4 DESPLIEGUE DE LA FUNCION DE CALIDAD.

El QFD es una herramienta utilizada para conocer las necesidades de los clientes, las cuales se encontraron utilizando tres herramientas, encuestas *focus group* y la casa de la calidad.

**3.4.1 Encuestas.** La primera herramienta utilizada fue la aplicación de encuesta, con el objetivo de identificar las necesidades relevantes de los clientes frente a los aplicadores vaginales.

Para conocer la población que puede utilizar los aplicadores vaginales y a los cuales se les puede aplicar las encuestas fue necesario recoger información primaria con personas conocedoras del tema de crema vaginales pues es con este producto que se emplean los aplicadores.

La información sobre las usuarias del producto fue suministrada por el centro de planificación familiar, salud sexual y reproductiva PROFAMILIA, por medio de una entrevista concedida por el médico ginecólogo Julio Cesar Toro el día 12 de febrero de 2008 quien brindó la siguiente información:

- ✓ Cualquier mujer puede utilizar cremas vaginales, la única condición que los ginecólogos revisan para formular este producto es que hayan tenido su primera menstruación la cual se puede presentar entre los 12 y 14 años de edad.
- ✓ Las cremas vaginales se formulan a mujeres que tengan hongos y bacterias vaginales.
- ✓ No es necesario que una mujer haya tenido relaciones sexuales para poder formular las cremas.
- ✓ Los hongos y las bacterias vaginales son acontecimientos normales en el ciclo de vida de una mujer, no solo se adquieren por medio de las relaciones sexuales, existen mujeres que son muy sensibles a cambios climáticos, hormonales, cambios del pH., utilización de toallas higiénicas, tampones, protectores, o incluso en el periodo de embarazo se pueden presentar este tipo de patologías.
- ✓ Los productos sustitutos de la cremas vaginales son los óvulos y las tabletas vaginales, los óvulos son productos usados de forma similar a las cremas vaginales simplemente que este producto no necesita de aplicadores para poder ser usados, aunque actualmente en el mercado existen aplicadores para óvulos, las tabletas vaginales por el contrario son ingeridas. La selección del producto depende en algunas situaciones de la comodidad de las usuarias.

Esta información fue corroborada en una consulta el día 08 de marzo de 2008 con la ginecóloga del Centro Médico Imbanaco Ana María Rebolledo, quien coincidió con los aspectos anteriormente mencionados.

De estas referencias se puede concluir que cualquier mujer mayor de 15 años puede haber utilizado cremas vaginales y por ende utilizar los aplicadores vaginales.

- **Delimitación de la población.** Conociendo las principales características de las usuarias del producto, la población elegida para aplicarle las encuestas lo constituye el grupo de mujeres estudiantes, administrativas y docentes de la Universidad Autónoma de Occidente pues se encuentran en el rango de posibles usuarias de este producto.

Según la oficina de planeación de la Universidad Autónoma de Occidente la población femenina en el periodo enero – mayo de 2008 es de 2937 mujeres

estudiantes<sup>36</sup>, 66 profesoras y 241 administrativas<sup>37</sup>, lo cual da como resultado una población de 3244 mujeres (anexo H y anexo I).

- **Tipo de muestra.** El tipo de muestreo seleccionado es aleatorio simple el cual le da la probabilidad a cada uno de los miembros de la población de ser elegidos o tomados como muestra, este método permite inferir las conclusiones de la muestra en la población con un elevado grado de pertinencia.

Para realizar el muestreo fue necesario aplicar la encuesta en diferentes horarios de la mañana, la tarde y la noche, diferentes días de la semana y diferentes sitios o lugares.

- **Tamaño de la muestra.** La selección del tamaño de la muestra se obtuvo por medio de la siguiente ecuación<sup>38</sup>:

Ecuación 4

$$n_0 = \left( \frac{z}{\epsilon} \right)^2 \times p \times q$$

$$n = \frac{n_0}{1 + \frac{n_0}{N}}$$

Donde:

$n_0$ : Cantidad teórica de elementos de la muestra.

$n$ : Cantidad real de elementos de la muestra a partir de la población asumida.

$N$ : Número total de elementos que conforman la población.

$Z$ : Valor estandarizado en función del grado de confiabilidad de la muestra calculada.

$\epsilon$ : Error asumido en el cálculo.

$q$ : Probabilidad de la población que no presenta las características.

$p$ : Probabilidad de la población que presenta las características.

---

<sup>36</sup> Población femenina enero- mayo 2008 [en línea]. Santiago de Cali: Universidad Autónoma de Occidente, 2008. [Consultada el 17 de marzo de 2008]. Disponible en Internet: <http://www.uao.edu.co>

<sup>37</sup> UAO en cifras [en línea]. Santiago de Cali: Universidad Autónoma de Occidente, 2008. [Consultada el 17 de marzo de 2008]. Disponible en Internet: <http://www.uao.edu.co>

<sup>38</sup> MENDENHALL William; BEAVER Robert J; BEAVER Barbara M. Introducción a la probabilidad y estadística. México: Thompson learning, 2002. p. 321

Al calcular la ecuación se considero trabajar con:

- ✓ 95% de confiabilidad la muestra seleccionada, la cual genera como valor estandarizado 1.96.
- ✓ El error asumido en el cálculo es igual a 5%.
- ✓ La probabilidad de la población que no presenta las características es igual al 10%.
- ✓ La probabilidad de la población que presenta las características es igual al 90%.

Estos valores reemplazados en la ecuación 4 proporcionaron los siguientes resultados:

$$\begin{aligned}n_0 &= \left( \frac{1.96}{0.05} \right)^2 \times 0.1 \times 0.9 \\n_0 &= 138.29 \\n &= \frac{138.29}{1 + \frac{138.29}{3244}} \\n &= 132.64 \cong 133\end{aligned}$$

Esto indica que del total de 3244 mujeres que actualmente están en la Universidad Autónoma de Occidente, será suficiente seleccionar 133 de forma aleatoria simple, considerando un nivel de confianza del 95%, un error del 5% y un 10% de probabilidad de que la muestra no reúna las características de la población.

• **Diseño de la encuesta.** Conociendo la delimitación de la población y el tamaño de la muestra, fue necesario diseñar la encuesta que se iba a aplicar a las usuarias del producto. Por tal motivo se definieron los aspectos que se requieren conocer del producto:

- ✓ El grado de comodidad de las mujeres con la utilización del aplicador vaginal.
- ✓ Que tan indispensable es el color del producto.
- ✓ Que partes del producto requieren mayor flexibilidad.
- ✓ Qué tipo de cambios es necesario realizar al producto

- ✓ Que le falta al producto para mejorar la aceptación de los clientes.

Para lograr que las encuestadas identificaran fácilmente las partes del aplicador vaginal y emitieran su opinión acerca de estas, fue necesario asignar un nombre a cada parte como se muestra en la figura 26.

Figura 26. Identificación de las partes del aplicador vaginal



Con esta información se planteó una encuesta preliminar (Anexo J) para ser aplicada a 20 mujeres de la población como muestra piloto, con el fin de conocer si la encuesta estaba bien planteada, era entendible y fácil de contestar.

Después de aplicar la encuesta piloto se determinó que la encuesta no era fácil de solucionar, debido a que tenía muchas preguntas parecidas y la división en las dos columnas confundía la secuencia de las preguntas, también se encontró que no había un orden lógico y que existían preguntas que sobraban.

Por este motivo se recurrió a la asesoría de Juan Camilo Duque Dávalos asesor del consultorio de comercio exterior (CONSULTEX) con el fin de plantear un nuevo formato de encuesta que cumpliera con todos los requerimientos.

Figura 27. Encuesta definitiva

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE OCCIDENTE

ENCUESTA PARA IDENTIFICAR LOS CRITERIOS DE CALIDAD DE UN APLICADOR VAGINAL

Buen día, somos estudiantes de la Universidad Autonoma de Occidente y estamos realizando una encuesta acerca de las características de los aplicadores vaginales para conocer su nivel de satisfacción con el producto; por tal motivo requerimos de su total ayuda para llevar a cabo esta investigación.

0. ¿UD, dentro de su ciclo de vida ha usado o utilizado un aplicador vaginal?

Respuesta	Marcación	Argumento
SI		Si, es si por favor siga a la pregunta No 1
NO		Si, es No por favor dirijase al control de datos, que se encuentra al final de la encuesta.

NOTA: INDIQUE UNA SOLA RESPUESTA. MARQUE CON UNA X.

1. ¿UD, se ha sentido cómoda utilizando el aplicador vaginal?

SI	
NO	

2. ¿Cree UD, que el aplicador vaginal es fácil de utilizar?

SI	
NO	

Si, su respuesta fue SI o NO, indique el porque:

---

3. ¿Que aspectos han sido los mas desagradables al utilizar el aplicador vaginal?

DUREZA	
ASPEREZA	
DISEÑO	
FLEXIBILIDAD	
NINGUNO	

4. ¿Ud, que le cambiaría al aplicador vaginal? enumerando de 1, a 4, siendo 1 el mas importante y 4 el de menos importancia.

COLOR	
FLEXIBILIDAD	
TEXTURA	
DISEÑO	
NINGUNO	

5. ¿Cree que es indispensable la transparencia del aplicador vaginal?

Respuesta	Marcación	Argumento
SI		Si, su respuesta es SI, por favor prosiga con la pregunta No 7
NO		Si, es NO, por favor siga con la pregunta No 6

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE OCCIDENTE  
ENCUESTA PARA IDENTIFICAR LOS CRITERIOS DE CALIDAD DE UN APLICADOR VAGINAL

6. ¿Cómo le gustaría el color del aplicador vaginal?

MAS CLARO	
MAS OSCURO	
AZUL CLARO	
VERDE CLARO	
NINGUNO	

7. ¿Qué parte del aplicador le gustaría que tuviera mayor flexibilidad?

EN LA BOCA	
EN EL TUBO	
EN EL EMBOLO	
SUJETADOR	

8. ¿Qué le cambiaría UD al diseño del aplicador vaginal?

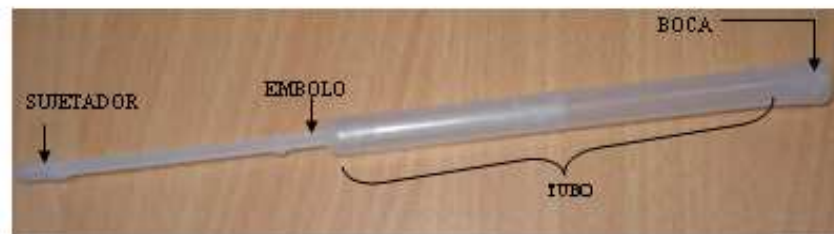
EN LA BOCA	
EN EL TUBO	
EN EL EMBOLO	
SUJETADOR	

9. ¿Le gustaría cambiar la textura del aplicador?

SI	
NO	

Si la respuesta es SI O NO explique el porque:

10. ¿Qué le añadiría UD al aplicador vaginal?



DATOS DE CONTROL

EDAD:  
OCUPACION:  
ESTRATO:

MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACION, QUE TENGA UN BUEN DIA.



- **Resultados de la encuesta.** La encuesta se aplicó a 133 mujeres estudiantes, docentes y personal administrativo de la Universidad Autónoma de Occidente en un rango de edad entre 15 a 56 años.

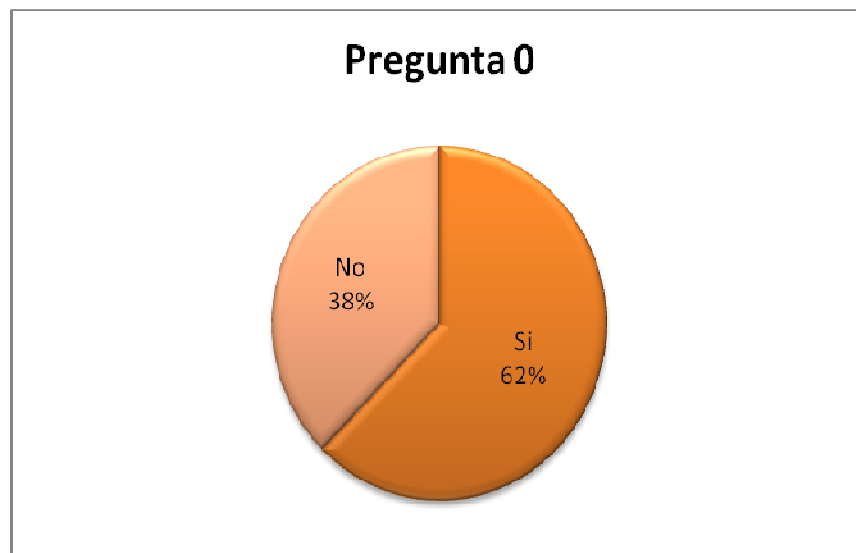
Los resultados obtenidos en las encuestas se muestran a continuación:

**Pregunta 0.** ¿Usted dentro de su ciclo de vida ha usado o utilizado un aplicador vaginal?

Tabla 30. Resultados pregunta 0

Respuesta	Cantidad de mujeres	Porcentaje
Si	83 mujeres	62%
No	50 mujeres	38%

Gráfico 2. Mujeres que han utilizado un aplicador vaginal



El gráfico muestra que 62% del total de las mujeres encuestadas han utilizado en su ciclo de vida el aplicador vaginal y el 38% de las mujeres restantes no han utilizado o no conocen el producto.

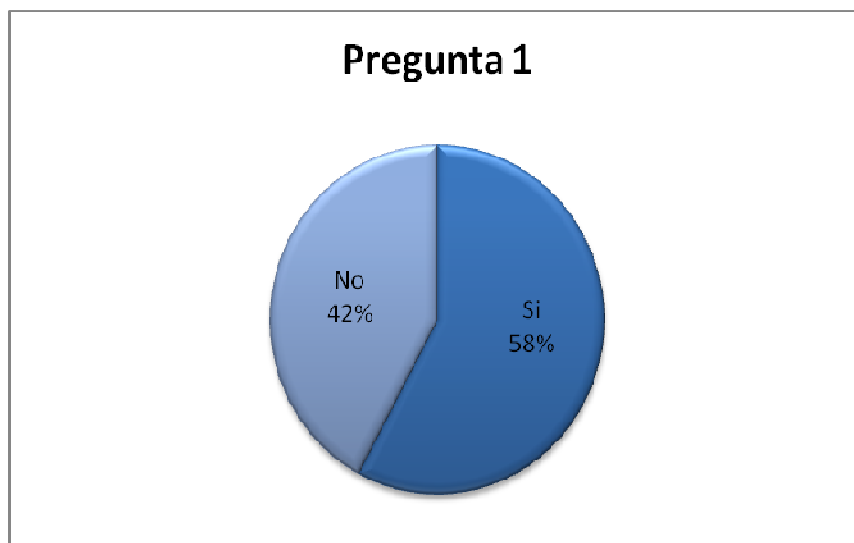
Esto indica que de cada 10 mujeres aproximadamente 6 han utilizado el aplicador vaginal.

**Pregunta 1.** ¿Usted se ha sentido cómoda utilizando el aplicador vaginal?

Tabla 31. Resultados pregunta 1

Pregunta	Cantidad de mujeres	Porcentaje
SI	48 mujeres	58%
NO	35 mujeres	42%

Gráfico 3. Nivel de comodidad en la utilización del aplicador vaginal



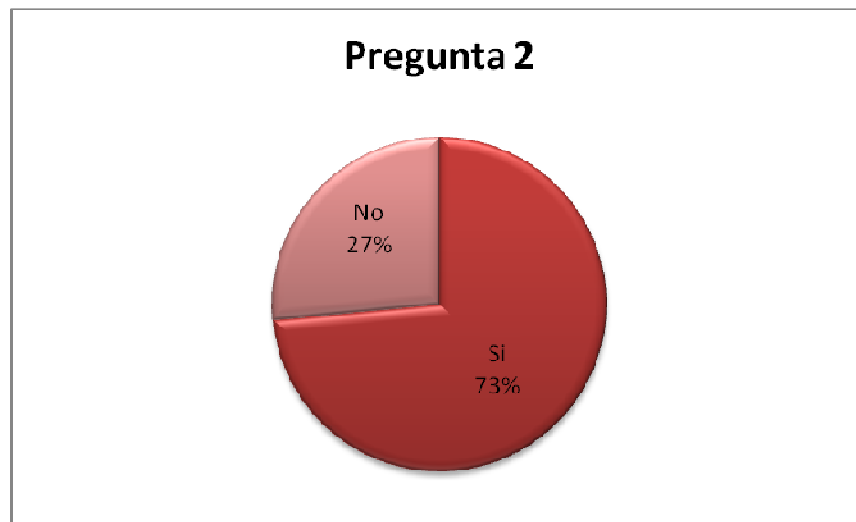
De las 83 mujeres que contestaron que sí habían utilizado un aplicador vaginal en su ciclo de vida, el 58% de las mujeres contestaron que se sintieron cómodas utilizando el aplicador vaginal y el 42% expresaron que no.

**Pregunta 2.** ¿Cree usted, que el aplicador es fácil de usar?

Tabla 32. Respuestas pregunta 2

Pregunta	Cantidad de mujeres	Porcentaje
SI	61 mujeres	73%
NO	22 mujeres	27%

Gráfico 4. Facilidad de uso del aplicador vaginal.



De las 83 mujeres que manifestaron haber utilizado el aplicador vaginal:

Se observa que el 73% de mujeres consideran que el aplicador vaginal es fácil de usar debido a que manifestaron que es práctico, sencillo, seguro, cómodo, y tiene el tamaño ideal.

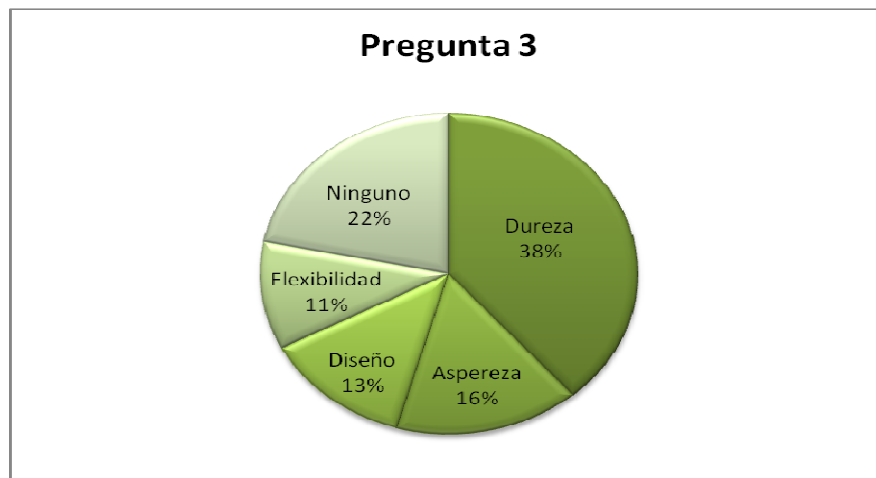
El 27% de mujeres no creen que el aplicador vaginal es fácil de usar manifestando que es incomodo, lastima, pellizca, la crema se esparce fácilmente, el sujetador es difícil de manejar por ser tan corto y no tiene las suficientes instrucciones de uso.

**Pregunta 3.** ¿Qué aspectos han sido los más desagradables al utilizar el aplicador vaginal?

Tabla 33. Resultados pregunta 3

Pregunta	Cantidad de mujeres	Porcentaje
Dureza	39 mujeres	38%
Ninguno	22 mujeres	16%
Aspereza	16 mujeres	13%
Diseño	13 mujeres	11%
Flexibilidad	11 mujeres	22%

Gráfico 5. Aspectos desagradables al utilizar el aplicador vaginal



Teniendo en cuenta que las mujeres encuestadas podían marcar más de 1 opción se produjo un resultado de 101 respuestas, por consiguiente de las 83 mujeres que dijeron que sí habían utilizado el aplicador vaginal:

El 38 % de las mujeres señalaron que el aspecto más desagradable es la dureza del aplicador vaginal, el 22% de las mujeres indicaron que ningún aspecto es desagradable al utilizar el aplicador vaginal, para el 16% de las mujeres el aspecto más desagradable es la aspereza, el 13% escogieron que el aspecto más desagradable es el diseño del aplicador, y por último el 11% de las mujeres respondieron que es el aspecto más desagradable es la flexibilidad.

En conclusión el aspecto más desagradable para las mujeres es la dureza del aplicador ya que representa el 38% y el aspecto menos desagradable es la flexibilidad del aplicador representando el 11%.

**Pregunta 4.** ¿Usted que le cambiaría al aplicador vaginal? Enumerando del 1 al 4, siendo 1 el más importante y 4 el menos importante.

Tabla 34. Resultados pregunta 4

Respuesta	Puntaje	Porcentaje
Mayor Flexibilidad	232 puntos	30%
Textura	206 puntos	27%
Diseño	180 puntos	23%
Color	118 puntos	15%
Ninguno	40 puntos	5%

Gráfico 6. Aspectos a cambiarle al aplicador.



De las 83 mujeres que respondieron que sí han utilizado un aplicador vaginal en su ciclo de vida, le cambiarían al aplicador vaginal:

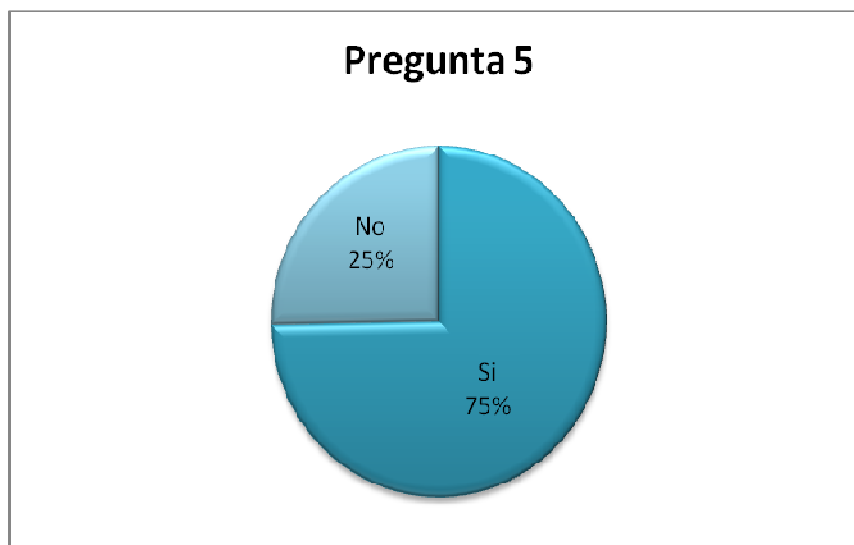
La flexibilidad siendo este el aspecto más importante con un porcentaje del 30%, seguido de la textura con un porcentaje del 27%, posteriormente el diseño con un 23% y por último el color con un 15% siendo este el aspecto menos importante.

**Pregunta 5.** ¿Cree que es indispensable la transparencia del aplicador vaginal?

Tabla 35. Resultados pregunta 5

Respuesta	Cantidad de mujeres	Porcentaje
SI	65 mujeres	75%
No	21 mujeres	25%

Gráfico 7. Necesidad de la transparencia en el aplicador



De las 83 mujeres encuestadas que respondieron que sí habían usado el aplicador vaginal, el 75% respondieron que es indispensable la transparencia y el 25% indicaron que no.

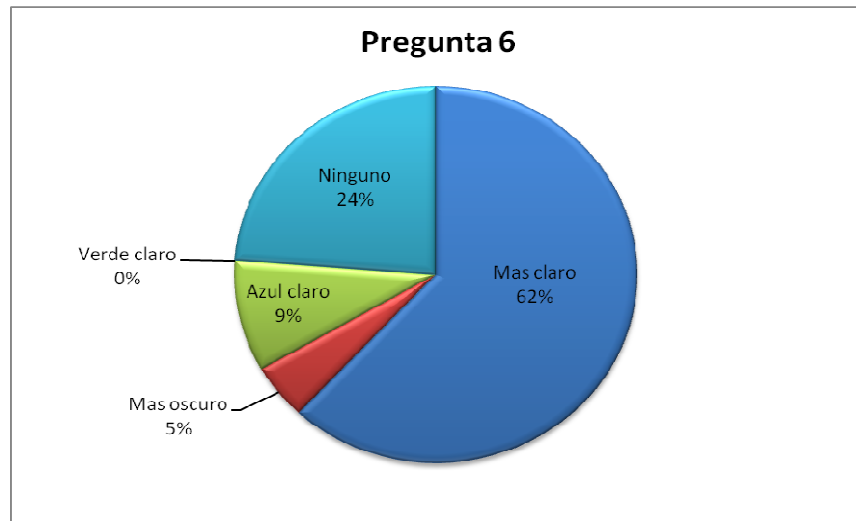
Las mujeres que respondieron que no es indispensable la transparencia del aplicador vaginal continuaran con la pregunta 6 y las que dijeron que sí, continuaran con la pregunta 7 en adelante.

**Pregunta 6.** ¿Cómo le gustaría el color del aplicador vaginal?

Tabla 36. Resultados pregunta 6

Respuesta	Cantidad de Mujeres	Porcentaje
Más Claro	13 mujeres	61%
Ninguno	5 mujeres	24%
Azul Claro	2 mujeres	10%
Más Oscuro	1 mujer	5%
Verde Claro	0 mujeres	0%

Gráfico 8. Color del aplicador



De las 21 mujeres que respondieron que no era indispensable la transparencia del aplicador:

El 61% de las mujeres contestaron que desearían que el aplicador sea más claro, el 24%, marcaron que no le cambiarían el color al aplicador vaginal, el 10%, señalaron el azul claro como el color que les gustaría en el aplicador, el 5% contestó que el color del aplicador debería ser más oscuro, a ninguna mujer le gustaría que el color del aplicador vaginal fuera el verde claro.

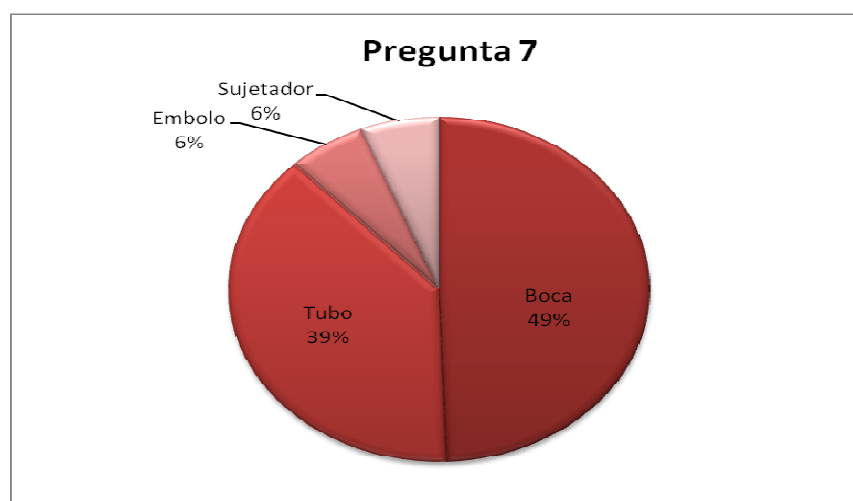
En conclusión les gustaría que el color del aplicador sea más claro, en comparación al color que actualmente tiene.

**Pregunta 7.** ¿Qué parte del aplicador le gustaría que tuviera mayor flexibilidad?

Tabla 37. Resultados pregunta 7

Respuesta	Cantidad de mujeres	Porcentaje
Boca	41 mujeres	49%
Tubo	32 mujeres	39%
Émbolo	5 mujeres	6%
Sujetador	5 mujeres	6%

Gráfico 9. Partes con mayor flexibilidad en el aplicador vaginal



De las 83 mujeres que manifestaron haber utilizado el aplicador vaginal:

El 49% de las mujeres dijeron que les gustaría que la boca del aplicador vaginal tuviera mayor flexibilidad, el 39 % de las mujeres respondieron que les gustaría que el tubo del aplicador vaginal tuviera mayor flexibilidad, el 6 % de las mujeres expresaron que les gustaría que el embolo del aplicador vaginal tuviera mayor flexibilidad, el 6% de las mujeres dijeron que les gustaría que el sujetador del aplicador vaginal tuviera mayor flexibilidad.

La conclusión es que las partes del aplicador que deberían tener mayor flexibilidad son la boca y el tubo.

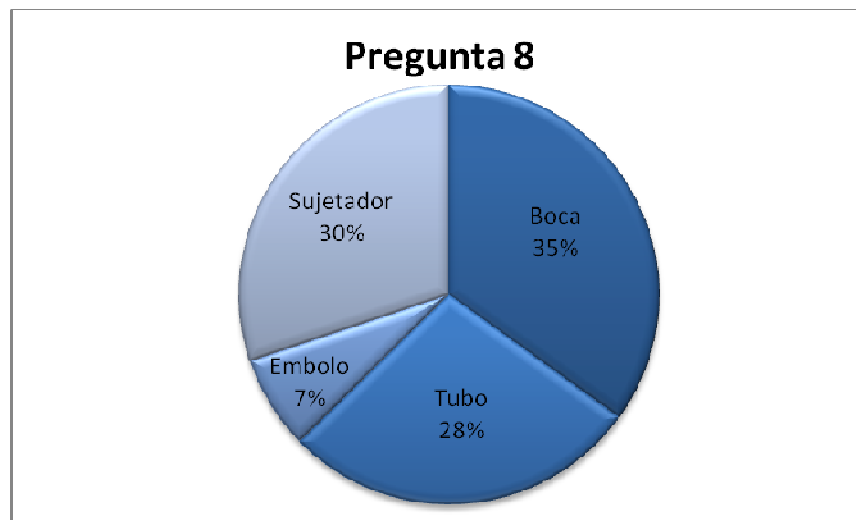


**Pregunta 8.** ¿Qué le cambiaría usted al diseño del aplicador vaginal?

Tabla 38. Resultados pregunta 8

Respuesta	Cantidad de mujeres	Porcentaje
Boca	29 mujeres	35%
Sujetador	25 mujeres	30%
Tubo	23 mujeres	28%
Émbolo	6 mujeres	7%

Gráfico 10. Cambios en el diseño del aplicador



De las 83 mujeres que manifestaron haber utilizado el aplicador vaginal:

El 35% de las mujeres contestaron que les gustaría cambiar el diseño de la boca del aplicador, el 30% de las mujeres dijeron que les gustaría cambiar el diseño del sujetador del aplicador, el 28% de las mujeres expresaron que les gustaría cambiar el diseño del tubo del aplicador, el 7% de las mujeres respondieron que les gustaría cambiar el diseño del embolo del aplicador.

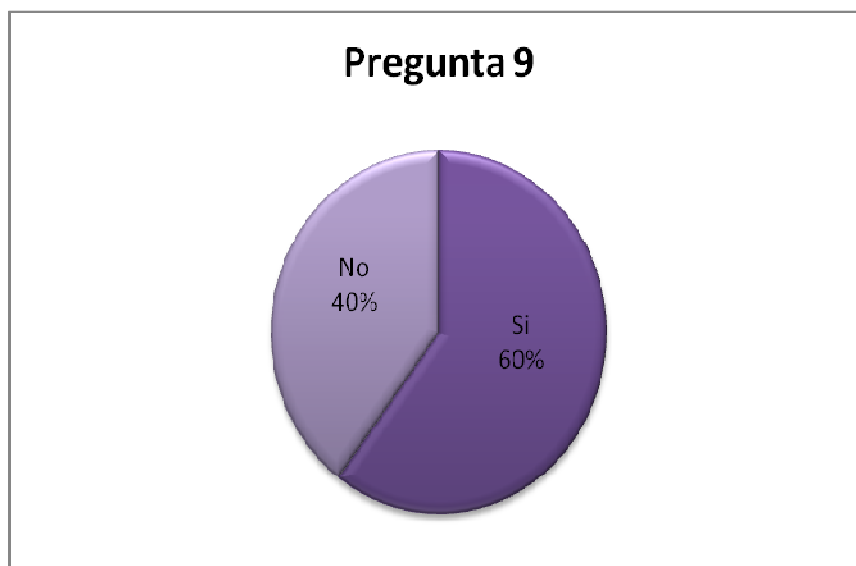
Se puede concluir que las mujeres encuestadas están inconformes con el diseño de la boca y el sujetador del aplicador vaginal.

**Pregunta 9.** ¿Le gustaría cambiar la textura del aplicador?

Tabla 39. Resultados pregunta 9

Respuesta	Cantidad de mujeres	Porcentaje
Si	50 mujeres	60%
No	33 mujeres	40%

Gráfico 11. Cambios en la textura del aplicador



De las 83 mujeres que manifestaron haber utilizado el aplicador vaginal:

El 60% manifestaron que si les gustaría cambiar la textura, porque el aplicador es muy áspero para usar en una zona tan delicada y es por esto que dicen que se debería buscar un material más suave, blando y liso para la elaboración del aplicador vaginal, el 40% las mujeres restantes dijeron que no les gustaría cambiar la textura, porque se sienten cómodas y creen que la textura es buena.

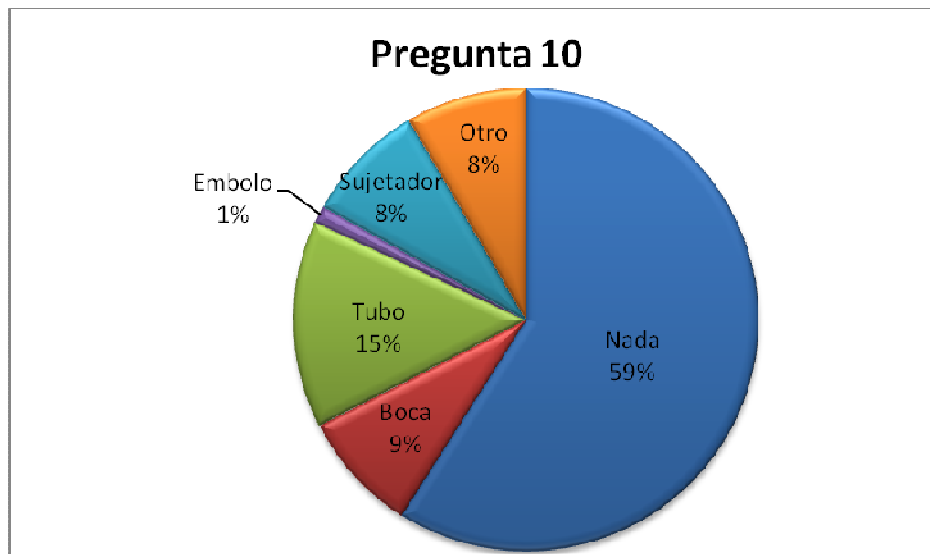
**Pregunta 10.** ¿Qué le añadiría usted al aplicador vaginal?

Las partes del aplicador vaginal donde las encuestadas manifestaron añadir nuevas características son:

Tabla 40. Respuestas pregunta 10

Respuesta	Cantidad de mujeres	Porcentaje
Nada	49 mujeres	60%
Tubo	12 mujeres	15%
Boca	7 mujeres	8%
Sujetador	7 mujeres	8%
Otro	7 mujeres	8%
Émbolo	1 mujer	1%

Gráfico 12. Nuevas características del aplicador vaginal



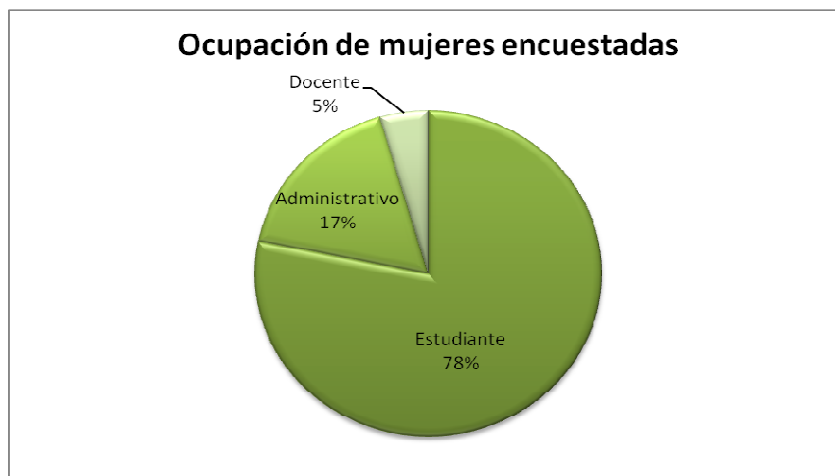
De las 83 mujeres que manifestaron haber utilizado el aplicador vaginal, el 60% de las dijeron que no le añadirían nada al aplicador vaginal, el 15% de las mujeres respondieron que le añadirían al tubo del aplicador medidas o dosificación, flexibilidad y una textura más suave, el 8% de las mujeres manifestaron que a la boca del aplicador le añadirían suavidad, que fuera mas angosta y encontrar otra manera de introducir la crema de modo que la boca sea más delgada y ergonómica, el 8% de las mujeres expresaron que el sujetador sea más amplio y largo para que sea fácil de coger o agarrar, el 8% de las mujeres dijeron que le cambiarían al aplicador otras características como cambiar el material y colocar olor al aplicador, el 1% de las mujeres expreso que le añadiría al embolo del aplicador un empaque para que la crema no se quede en las ranuras.

**Datos de control.** Los datos de control permitieron clasificar las mujeres encuestadas por la ocupación y estrato socioeconómico.

Tabla 41. Ocupación de mujeres encuestadas

Ocupación	Número de mujeres	Porcentaje
Estudiantes	104 mujeres	78 %
Administrativos	23 mujeres	17 %
Profesores	6 mujeres	5 %

Gráfico 13. Ocupación de mujeres encuestadas

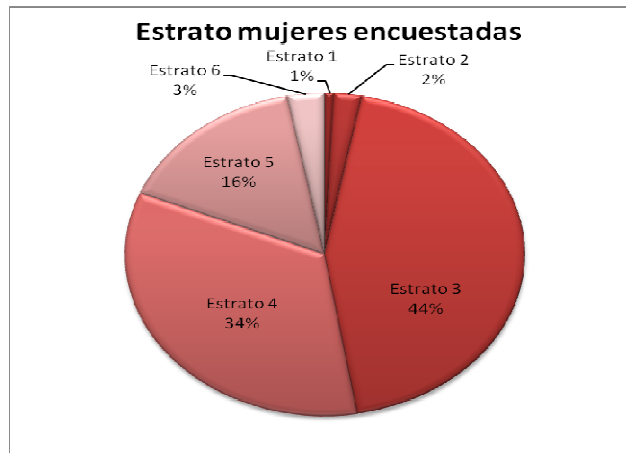


La encuesta fue aplicada a 133 mujeres de la universidad Autónoma de Occidente de las cuales 104 mujeres que corresponde al 78% son estudiantes, 23 mujeres que equivalen al 17% son del personal administrativo y 6 mujeres que son igual al 5% son profesores.

Tabla 42. Estrato socioeconómico de las mujeres encuestadas

Estrato	Número de mujeres	Porcentaje
Estrato 1	1 mujer	1 %
Estrato 2	3 mujeres	2%
Estrato 3	59 mujeres	44 %
Estrato 4	45 mujeres	34 %
Estrato 5	21 mujeres	16 %
Estrato 6	4 mujeres	3 %

Gráfico 14. Estrato socioeconómico de las mujeres encuestadas



Teniendo en cuenta los resultados se puede concluir que la muestra de mujeres seleccionado es un grupo heterogéneo.

Con los resultados obtenidos en las encuestas se logró identificar las necesidades y las características que las usuarias del aplicador vaginal consideran relevantes, además se conocieron cuales deben ser los cambios necesarios en el diseño del producto para obtener un mayor grado de satisfacción en las usuarias.

Tabla 43. Identificación de las necesidades del cliente

Número	Observaciones del cliente
1	Instrucciones para el uso del aplicador
2	Rediseño del sujetador para un mejor agarre
3	La transparencia del aplicador es indispensable, pues da sensación de limpieza
4	Cambiar la textura y que tenga mayor suavidad el aplicador
5	Disminuir el ancho de la boca, diseñar una más ergonómica, que tenga mayor flexibilidad y quitarle el filo a la boca del aplicador.
6	Un nuevo diseño del aplicador que se ajuste a la forma de la vagina.
7	Cambiar el material del aplicador por uno mas liso
8	Cambiar el diseño del tubo del aplicador del tal manera que sea mas angosto y que contenga la dosificación
9	Aumentar la rigidez del émbolo del aplicador
10	Eliminar asperezas del aplicador
11	Colocar aroma al aplicador
12	Material lubricado para facilitar el uso del aplicador

Número	Observaciones del cliente
13	Una nueva forma de introducir la crema para que la boca del aplicador sea mas angosta.
14	El émbolo se debe desplazar fácilmente

**3.4.2 Focus group.** Para evidenciar que las necesidades descritas anteriormente son relevantes, se utilizó esta herramienta con el objetivo de conocer e identificar las características físicas de manera cualitativa y realizar la comparación con la competencia.

Por ende se realizó la guía de grupo focal (*brief*) con la ayuda del señor Boris Castro profesor de la facultad de mercadeo de la Universidad Autónoma de Occidente, para determinar los objetivos específicos del grupo focal y las características del aplicador vaginal que se querían evaluar.

- **Objetivos Específicos del focus group.**

- ✓ Buscar diferencias y similitudes con los aplicadores de la competencia.
- ✓ Mirar las actitudes de la mujer al estar en contacto con el producto.
- ✓ Reconocer las características cualitativas del producto por medio de lo expresado por las usuarias.
- ✓ Identificar nuevos aspectos para el mejoramiento del aplicador, para que cumpla con las necesidades del cliente.

- **Guía de FG (Focus Group) preguntas.**

¿Cuál fue la causa de uso del Aplicador Vaginal (AV) infección? menstruación aumentada o muy ácida, cambios hormonales o de PH, aseo- duchas vaginales, infecciones por protección sanitaria, cambio de materiales de ropa interior

Ustedes que ya han usado el AV, ¿se sintieron cómodas y fue fácil de usarlo o no fue fácil de usarlo? Razones

¿Al momento de utilizar la crema con su respectivo aplicador cree usted que las instrucciones son claras para su uso? Porque

¿El sujetador del aplicador cumple a cabalidad con su función o le realizaría algún cambio?

¿La transparencia del aplicador le produce sensación o seguridad de limpieza y que pasaría con un AV oscuro o de color y con uno transparente?

¿Es importante que el aplicador sea suave? Porque

¿Cómo le gustaría que fuera el diseño del aplicador vaginal? Explique

- ✓ En la boca
- ✓ En el tubo
- ✓ En el émbolo
- ✓ En el sujetador

¿Usted que le dejaría al AV? Según su diseño.

¿Es importante que el aplicador sea liso? Porque

¿Es importante que el tubo del aplicador tenga la dosificación? Porque

¿El aplicador es demasiado áspero al momento de utilizarlo? Explique

¿Le colocaría aroma al aplicador? Porque

¿Es importante que el aplicador este lubricado para poderlo introducir más fácil? Porque

¿Se le dificulta a usted el desplazamiento del émbolo?

¿Qué aspectos han sido los más desagradables al utilizar el AV, que no se hayan mencionado anteriormente? Explique. Según

- ✓ La dureza
- ✓ La aspereza
- ✓ El diseño
- ✓ La flexibilidad
- ✓ Ninguno

Prueba de cualificar los AV (según los códigos M1,M2 ,M3 ,M4) según su criterio y aplicación

Según su criterio, ¿cuál de los aplicadores M1, M2, M3, M4 le parece que cumple con sus expectativas y necesidades?

Se trabajó con dos (2) *focus group* clasificados de la siguiente manera:

Primer grupo: mujeres de 15 – 34 años

Segundo grupo: mujeres de 35 - 56 años

El nivel socio económico de las mujeres que participaron en el focus group es entre los estratos 3 y 4.

Cada grupo fue de 9 mujeres que habían usado el aplicador vaginal, a las cuales se les realizó una serie de preguntas efectuadas por un moderador y un

coordinador que les indicó como llevar a cabo esta actividad. Se contó con la ayuda de la señora Carmen Eliza Lerma, psicóloga de la Universidad Autónoma de Occidente de la facultad de Comunicación Publicitaria quien fue la moderadora. Esta actividad se realizó en la cámara de Gesell en las instalaciones de la UAO.

- **Muestras utilizadas en el focus group.** Las muestras de los aplicadores vaginales utilizadas en los *focus group* fueron siete, de los cuales cinco pertenecen a la empresa PROM LTDA: el aplicador que actualmente producen, dos nuevos prototipos y dos aplicadores con características de transparencia y suavidad diferentes. Las dos muestras restantes pertenecen a las competencias directas de la empresa.

Figura 28. Muestra 1: Aplicador vaginal que produce actualmente la empresa PROM LTDA.

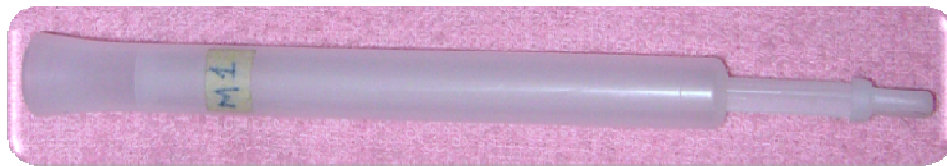


Figura 29. Muestra 2: competencia 1



Figura 30. Muestra 3: competencia 2



Figura 31. Muestra 4: prototipo 1





Figura 32. Muestra 5: prototipo 2

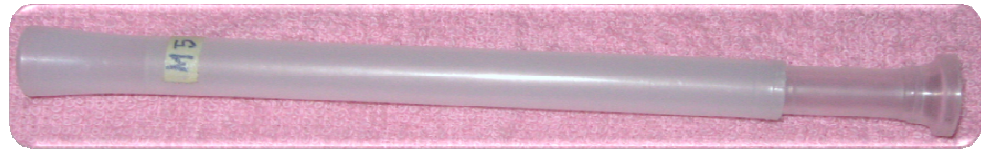


Figura 33. Muestra 6: aplicador vaginal con características de suavidad diferentes



Figura 34. Muestra 7: aplicador vaginal con características de transparencia diferente



- **Resultados del focus group.** Los grupos permitieron obtener las características más importantes de cada una de las muestras y conocer cual es el aplicador vaginal ideal recopilando las mejores cualidades.

Tabla 44. Opiniones muestra 1

MUESTRA 1			
Boca	Tubo	Émbolo	Sujetador
Ancha	Duro	Frágil	Pequeño
Aspera	Sin dosificación	Flexible	Angosto
	Opaco	Fácil desplazamiento	Débil
			Difícil agarre

Tabla 45. Opiniones muestra 2

MUESTRA 2			
Boca	Tubo	Émbolo	Sujetador
Gruesa	Con dosificación	Flexible	Ancho
Ancha		Difícil desplazamiento	Pequeño
Suave			Fácil agarre

Tabla 46. Opiniones muestra 3

MUESTRA 3			
Boca	Tubo	Émbolo	Sujetador
Pequeña	Sin dosificación	Rígido	Pequeño
	Opaco	Fácil desplazamiento	

Tabla 47. Opiniones muestra 4

MUESTRA 4			
Boca	Tubo	Émbolo	Sujetador
Ancha	Duro	Duro	Difícil agarre
		Difícil desplazamiento	Incomodo
		Quitar dosificación	
		Grueso	

Tabla 48. Opiniones muestra 5

MUESTRA 5			
Boca	Tubo	Émbolo	Sujetador
Ancha	Duro	Duro	Difícil agarre
		Difícil desplazamiento	Incomodo
		Quitar dosificación	
		Grueso	

Tabla 49. Opiniones muestra 6

MUESTRA 6			
Boca	Tubo	Émbolo	Sujetador
Ancha	Suave	Flexible	Pequeño
Dura	Transparente		
	Flexible		
	Sin dosificación		

Tabla 50. Opiniones muestra 7

MUESTRA 7			
Boca	Tubo	Émbolo	Sujetador
Ancha	Duro	Flexible	Pequeño
Dura	Transparente		
Aspera			

Cuando las participantes de los *focus group* compararon las muestras se encontró que cada aplicador tenía una o varias características agradables, es por esto que se calificó cualitativamente entre buenas, regulares y malas las partes de cada muestra para encontrar las más relevantes.

Tabla 51. Comparación cualitativa de las muestras

COMPARACION CUALITATIVA DE LAS MUESTRAS							
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
<b>Boca</b>	mala	regular	bueno	mala	mala	mala	mala
<b>Émbolo</b>	malo	regular	bueno	malo	malo	malo	malo
<b>Sujetador</b>	malo	bueno	malo	malo	malo	malo	malo
<b>Transparencia</b>	malo	malo	malo	malo	malo	regular	bueno
<b>Flexibilidad</b>	malo	malo	malo	malo	malo	bueno	malo
<b>Dosificación</b>	malo	bueno	malo	malo	malo	malo	malo

Con esta información se logró obtener el aplicador ideal combinando las mejores características de las muestras.

Tabla 52. Aplicador ideal

CARACTERISTICAS DEL APLICADOR IDEAL							
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
<b>Boca</b>			✓				
<b>Émbolo</b>			✓				
<b>Sujetador</b>		✓					
<b>Transparencia</b>							✓
<b>Flexibilidad</b>						✓	
<b>Dosificación</b>		✓					

Sin embargo es importante mencionar que la boca del aplicador que mas se aproxima a la ideal es la muestra tres, pero las usuarias prefieren la boca del aplicador vaginal más ovalada y cerrada de tal forma que no lastime en el momento de su uso, así mismo el sujetador de la muestra dos es ideal de ancho mas no de largo.

Con esta información se diseñó un aplicador que tuviera las características ideales expresadas por las usuarias y que cumpliera con su función, sin tener en cuenta si es una opción viable para la empresa.

El nuevo diseño del aplicador vaginal tiene la boca totalmente ovalada, solo cuenta con un pequeño orificio el cual permite que la crema salga, asimismo cuenta con la dosificación en el tubo para ver la cantidad de crema que se va a utilizar. El émbolo tiene el pistón en forma ovalada, de tal modo que se ajuste a la forma de la boca para evitar que la crema quede dentro del aplicador, y un

pequeño seguro para impedir que el émbolo se salga de la base. El sujetador es más largo y amplio y posee dos entradas que permiten un mejor agarre.

Debido a que el orificio de la boca es muy pequeño, los tubos colapsibles de las cremas vaginales que se utilizan actualmente no permitirán llenar este nuevo aplicador, para darle solución a esto se encontraron dos opciones; una opción es que el aplicador se venda lleno, es decir que se elimine el tubo colapsible y se utilice el aplicador para almacenar la crema; y la segunda opción es utilizar un acople entre el tubo colapsable y la base o cánula del aplicador que permita extraer la crema, de este acople se necesitaría uno por crema.

Figura 35. Aplicador vaginal ideal descrito por las usuarias

### Aplicador Vaginal

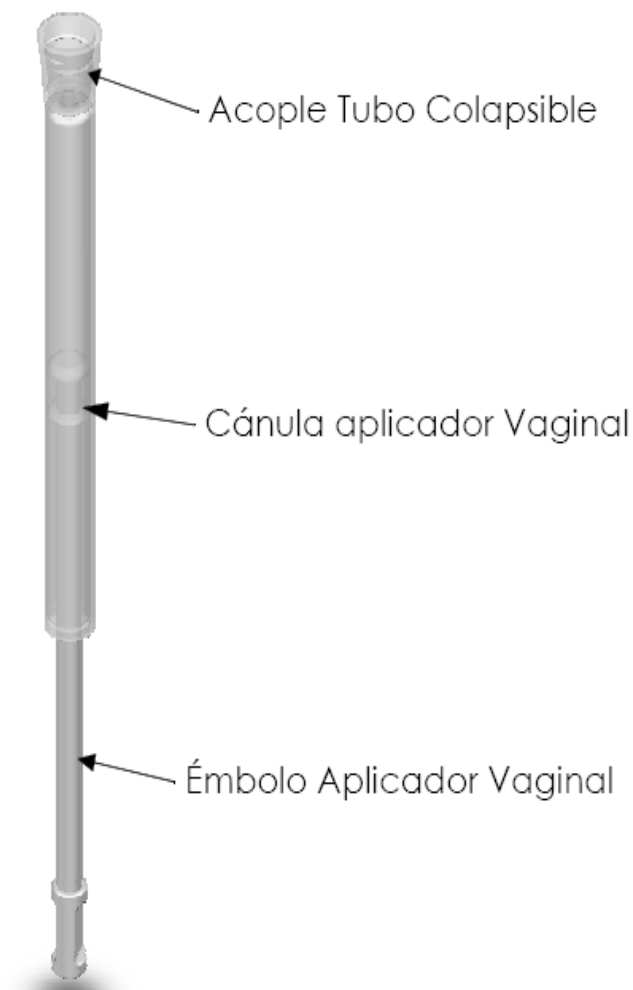
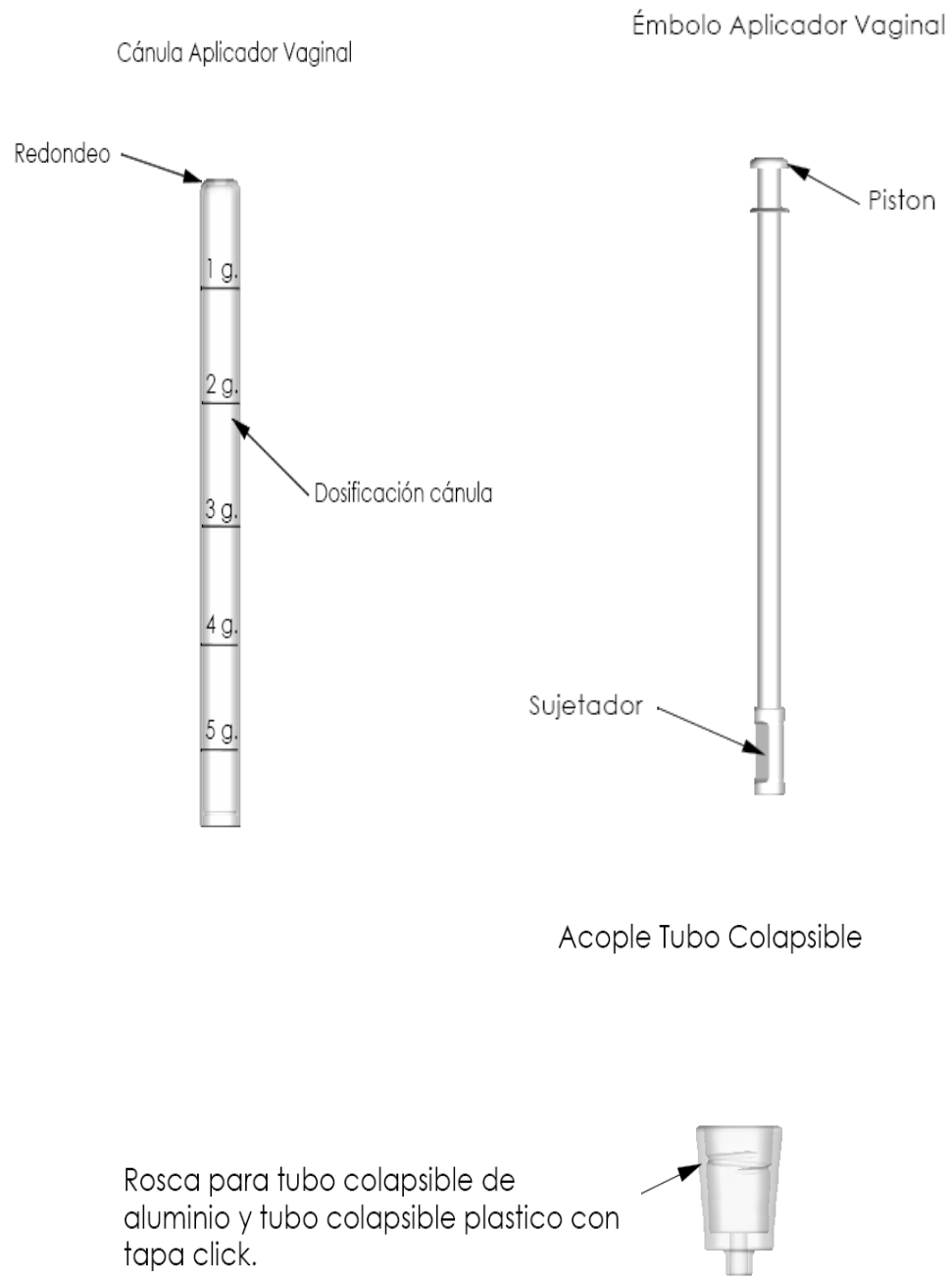


Figura 36. Descripción de las partes del aplicador vaginal ideal descrito por las usuarias



**3.4.3 Identificación y priorización de criterios de calidad.** Las necesidades que se identificaron de los clientes (Tabla 43), permitió encontrar los criterios de calidad necesarios para el aplicador vaginal.

Tabla 53. Criterios de calidad

Número	Criterio de calidad
1	Existencia de instrucciones
2	Diseño del sujetador
3	Trasparencia del aplicador
4	Textura de la superficie
5	Suavidad de la superficie
6	Diseño de la boca
7	Existencia de dosificación
8	Rigidez del émbolo
9	Aroma en el aplicador
10	Lubricación en el exterior del aplicador
11	Facilidad en el desplazamiento del émbolo

Conociendo los criterios de calidad del aplicador vaginal, es necesario llevar a cabo un proceso de selección que permita identificar cuál de estos es de mayor importancia, esto ayudará a la empresa a enfocarse en un solo criterio, de tal manera que al mejorarlo le permita tener mayor aceptación en el mercado. Por tal motivo se utilizó la herramienta de proceso analítico de jerarquización (*Analytic Hierarchy Process*) que apoya la toma de decisiones, a través de ponderar prioridades cuando se tienen que considerar aspectos tanto cuantitativos como cualitativos en una decisión<sup>39</sup>.

El AHP trabaja a través de comparar parejas de opciones, suponiendo que hay  $n$  criterios. Se empieza por escribir una matriz  $n \times n$  (Conocida como matriz de comparación de pares)  $A$ . El elemento del renglón  $i$  y la columna  $j$  de  $A$  (llámese  $a_{ij}$ ) indica cuanto más importante es el objetivo  $i$  que el objetivo  $j$ . La importancia se medirá en una escala de valores enteros del 1 al 9 basados en la tabla 54.

<sup>39</sup> AHP (Analytic Hierarchy Process) [en línea]. México: Asociación latinoamericana de QFD, 2008. [Consultada el 5 de junio de 2008]. Disponible en Internet: [http://www.qfdlat.com/Herramientas\\_QFD/herramientas\\_qfd.html#AHP](http://www.qfdlat.com/Herramientas_QFD/herramientas_qfd.html#AHP)

Tabla 54. Interpretación de los elementos – Matriz de Comparación

Calificación	Descripción
1	El objetivo i y el j son de igual importancia
3	El objetivo i es débilmente más importante que el objetivo j
5	La experiencia y el juicio indican que el objetivo i es fuertemente más importante que el objetivo j
7	El objetivo i es fuerte o demostrablemente más importante que el objetivo j
9	El objetivo i es absolutamente más importante que el objetivo j
2,4,6,8	Los valores intermedios, por ejemplo, un valor 8 significa que el objetivo i esta a la mitad entre fuerte y absolutamente más importante que el objetivo j

Fuente: WINSTON, Wayne. Investigación de Operaciones. 4 ed. México: THOMSON, 2005. p. 787

Para toda i, es necesario que  $a_{ii} = 1$ . Si por ejemplo  $a_{13}=3$ , el objetivo 1 es débilmente mas importante que el objetivo 3. Si  $a_{ij} = k$ , entonces por consistencia es necesario que  $a_{ji} = 1/k$ ; así si  $a_{13} = 3$ , entonces se debe cumplir que  $a_{31} = 1/3$ .<sup>40</sup>

Con las numeraciones asignadas para cada criterio de calidad se realizó la matriz de comparación por pares, donde se estableció la calificación correspondiente a cada uno, teniendo en cuenta los resultados obtenidos en las encuestas y el *focus group*

<sup>40</sup> WINSTON, Wayne. Investigación de Operaciones. 4 ed. México: THOMSON, 2005. p. 787

Tabla 55. Ponderación de los criterios de calidad

<b>Criterios de calidad</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>
<b>1</b>	1	0,13	0,14	0,13	0,13	0,13	0,14	0,17	4	0,20	0,17
<b>2</b>	8	1	3	0,25	0,33	0,20	4	5	9	7	6
<b>3</b>	7	0,33	1	0,20	0,25	0,14	3	5	8	6	6
<b>4</b>	8	4	5	1	3	0,33	6	7	9	8	7
<b>5</b>	8	3	4	0,33	1,00	0,25	6	6	9	7	7
<b>6</b>	9	5	7	3	4	1	6	7	9	8	7
<b>7</b>	7	0,25	0,33	0,17	0,17	0,17	1	4	8	6	5
<b>8</b>	6	0,20	0,20	0,14	0,17	0,14	0,25	1	7	5	4
<b>9</b>	0,25	0,11	0,13	0,11	0,11	0,11	0,13	0,14	1,00	0,17	0,14
<b>10</b>	5	0,14	0,17	0,13	0,14	0,11	0,17	0,20	6	1	0
<b>11</b>	6	0,17	0,17	0,14	0,14	0,14	0,20	0,25	7	5	1
<b>TOTAL</b>	65,25	14,33	21,13	5,60	9,44	2,73	26,88	35,76	77,00	53,37	43,51

En esta tabla se totalizó cada columna para conocer el valor total de cada criterio de calidad.



Tabla 56. Priorización de los criterios

<b>Criterios de calidad</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>Promedio fila</b>	<b>Total fila</b>
<b>1</b>	0,015	0,009	0,007	0,022	0,013	0,046	0,005	0,005	0,052	0,004	0,004	0,02	0,18
<b>2</b>	0,123	0,070	0,142	0,045	0,035	0,073	0,149	0,140	0,117	0,131	0,138	0,11	1,16
<b>3</b>	0,107	0,023	0,047	0,036	0,026	0,052	0,112	0,140	0,104	0,112	0,138	0,08	0,90
<b>4</b>	0,123	0,279	0,237	0,179	0,318	0,122	0,223	0,196	0,117	0,150	0,161	0,19	2,10
<b>5</b>	0,123	0,209	0,189	0,060	0,106	0,092	0,223	0,168	0,117	0,131	0,161	0,14	1,58
<b>6</b>	0,138	0,349	0,331	0,536	0,424	0,367	0,223	0,196	0,117	0,150	0,161	0,27	2,99
<b>7</b>	0,107	0,017	0,016	0,030	0,018	0,061	0,037	0,112	0,104	0,112	0,115	0,07	0,73
<b>8</b>	0,092	0,014	0,009	0,026	0,018	0,052	0,009	0,028	0,091	0,094	0,092	0,05	0,52
<b>9</b>	0,004	0,008	0,006	0,020	0,012	0,041	0,005	0,004	0,013	0,003	0,003	0,01	0,12
<b>10</b>	0,077	0,010	0,008	0,022	0,015	0,041	0,006	0,006	0,078	0,019	0,005	0,03	0,29
<b>11</b>	0,092	0,012	0,008	0,026	0,015	0,052	0,007	0,007	0,091	0,094	0,023	0,04	0,43
<b>TOTAL</b>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11

El valor de cada fila se divide por el valor total de la columna correspondiente, se encuentra el total y el promedio de cada fila y con este se determina el criterio de calidad más importante. En este caso se puede observar que el criterio de calidad más importante para el aplicador vaginal es el 6 que corresponde al diseño de la boca

Figura 37. Criterio de calidad de mayor importancia



La figura muestra el orden de los criterios de calidad respecto al grado de importancia que cada uno tiene. Esto indica que el diseño de la boca del aplicador vaginal es el criterio de calidad en el que la empresa PROM LTDA se debe enfocar.

El aplicador vaginal de la empresa PROM LTDA fue comparado con los productos de la competencia directa utilizando los criterios de calidad determinados anteriormente, cada uno se calificó en una escala de 1 a 5, siendo 1 la menor calificación y 5 la mayor. Con esta valoración se determinó el estado actual de los requerimientos de calidad del aplicador vaginal de la empresa PROM LTDA frente a la competencia.

Los indicadores utilizados para realizar la comparación fueron:

- ✓ Relación de mejoría: permite conocer la relación entre la calificación objetivo y la calificación actual.

$$\text{Relación de mejoría} = \frac{\text{calificación objetivo}}{\text{calificación del producto}}$$

- ✓ Puntaje de distinción: es el nivel de importancia que tiene cada criterio para ser destacado.

$$\text{Puntaje de distinción} \begin{cases} 1,5 : \text{cuando el propósito es distinguirse de la competencia} \\ 1,2 : \text{cuando se propone destacar el criterio, pero no es crítico} \\ 1,0 : \text{cuando esta característica no es crítica y no se desea destacar} \end{cases}$$

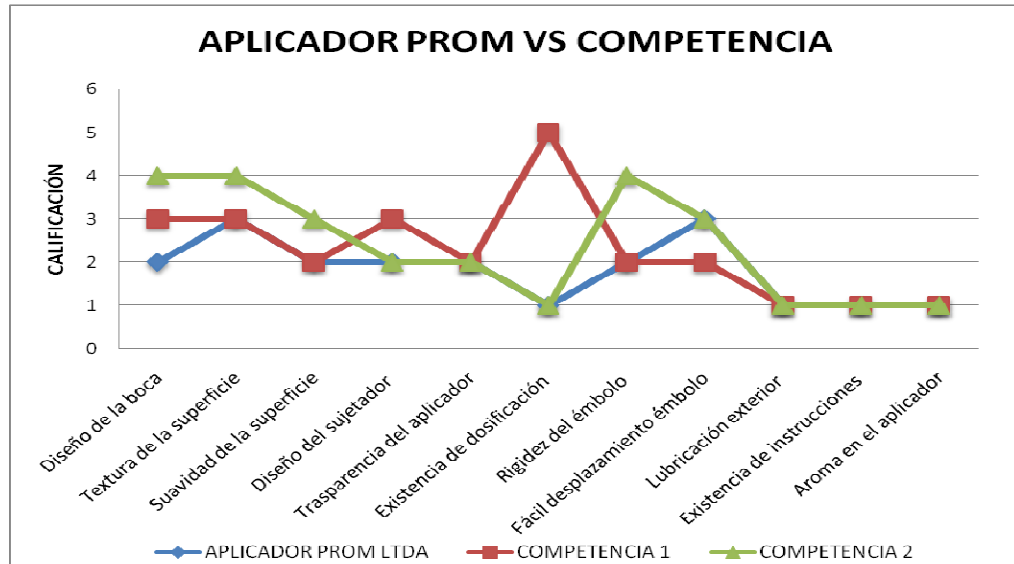
- ✓ Composición importancia del despliegue de calidad (DQ): permite definir el criterio de mayor importancia.

$$\text{Composición importancia DQ} = \text{importancia} \times \text{relación de mejoría} \times \text{puntos de distinción}$$

Tabla 57. Comparación de los requerimientos de calidad con la competencia

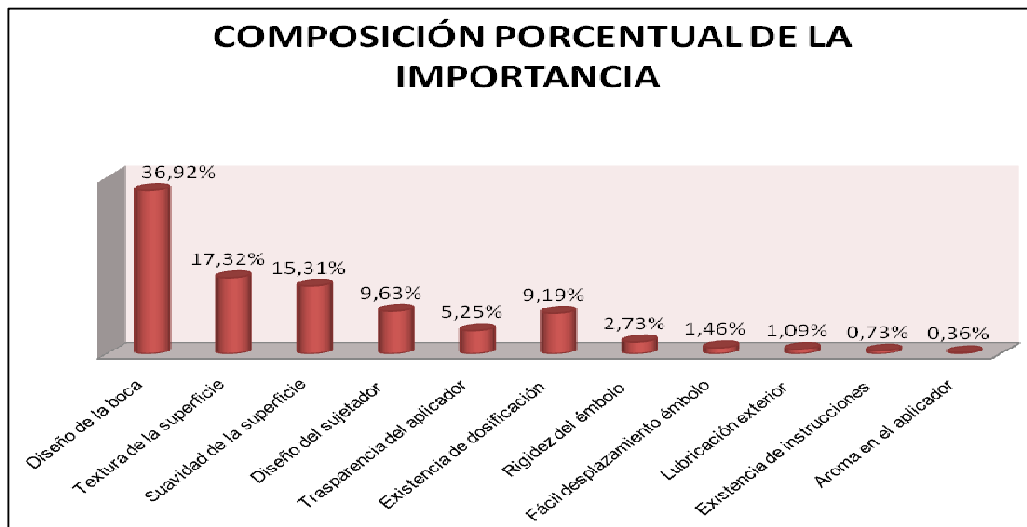
REQUERIMIENTOS DE CALIDAD	IMPORTANCIA	EVALUACION DE LOS CUENTES			CALIFICACION OBJETIVO	RELACION DE MEJORIA	PUNTAJE DE DISTINCIÓN	COMPOSICIÓN IMPORTANCIA DQ	% COMPOSICIÓN DE LA IMPORTANCIA
		APLICADOR	COMPETENCIA 1	COMPETENCIA 2					
		PROM LTADA							
Diseño de la boca	0,27	2	3	4	5	2,5	1,5	1,01	36,92%
Textura de la superficie	0,19	3	3	4	5	1,7	1,5	0,48	17,32%
Suavidad de la superficie	0,14	2	2	3	4	2	1,5	0,42	15,31%
Diseño del sujetador	0,11	2	3	2	4	2,0	1,2	0,26	9,63%
Transparencia del aplicador	0,08	2	2	2	3	1,5	1,2	0,14	5,25%
Existencia de dosificación	0,07	1	5	1	3	3	1,2	0,25	9,19%
Rigidez del émbolo	0,05	2	2	4	3	1,5	1	0,08	2,73%
Facilidad desplazamiento émbolo	0,04	3	2	3	3	1	1	0,04	1,46%
Lubricación exterior	0,03	1	1	1	1	1	1	0,03	1,09%
Existencia de instrucciones	0,02	1	1	1	1	1	1	0,02	0,73%
Aroma en el aplicador	0,01	1	1	1	1	1	1	0,01	0,36%
Peso de satisfacción		2,12	2,74	3,09	4,08			2,74	1

Gráfico 15. Calificación del aplicador vaginal de PROM LTDA VS la competencia



El gráfico 15 muestra que el aplicador de la empresa PROM LTDA tiene una calificación menor de los criterios de diseño en comparación con los aplicadores de la competencia.

Gráfico 16. Composición porcentual de la importancia



El gráfico 16 muestra que el criterio de calidad de mayor importancia es el diseño de la boca.

#### **4. PRUEBAS DE SIMULACION DEL PRODUCTO Y DEL PROCESO UTILIZANDO HERRAMIENTAS INFORMATICAS.**

Las pruebas de simulación fueron realizadas al proceso de inyección de la base o cánula del aplicador vaginal, con el fin de conocer cuáles deben ser las condiciones óptimas para reducir el tiempo de ciclo del proceso.

El tiempo actual de ciclo del proceso de inyección es de aproximadamente 12.5 segundos.

Para realizar las pruebas de simulación fue necesario conocer la temperatura del molde, la temperatura de la masa y el tiempo de cierre del molde, por tal motivo el día 29 de abril de 2008 se realizó el registro de la temperatura del molde por medio de la pistola infrarroja de temperatura.

En esta prueba se obtuvo una temperatura del molde de 25.7 °C a las 10:00 a.m y 31°C a las 12:00 m. Esto indica que la temperatura del molde no es lo constante en el tiempo, por este motivo el operario tiene que aumentar el tiempo de enfriamiento, aumentando con ello el tiempo de ciclo.

La temperatura de la masa es de aproximadamente 190°C y el tiempo de cierre del molde es de 2 segundos.

El material seleccionado para realizar la simulación fue LLDPE Borealis 8030, debido a que tiene características similares al que se está usando actualmente (LDPE Certene) en el proceso de fabricación.

Con esta información se realizó cuatro simulaciones del proceso de inyección efectuando modificaciones de los parámetros del proceso para observar su efecto sobre el tiempo del ciclo.

Estas simulaciones fueron realizadas en el software *moldflow part adviser* 6.0 en las instalaciones del Centro de Desarrollo Tecnológico y Asistencia para la Industria CDT ASTIN del SENA Cali y en el departamento de diseño y desarrollo de la empresa PROM LTDA.

Los resultados de las simulaciones se muestran a continuación:

En La Primera simulación se considero una temperatura de la masa de 200 °C, temperatura del molde de 25.7 °C y tiempo de cierre del molde de 2 segundos, esta condición de trabajo se registra normalmente en la empresa en las horas de la mañana. Además se realizó la simulación con dos (2) puntos de inyección, asemejándose a las condiciones que actualmente tienen.

Figura 38. Puntos de inyección

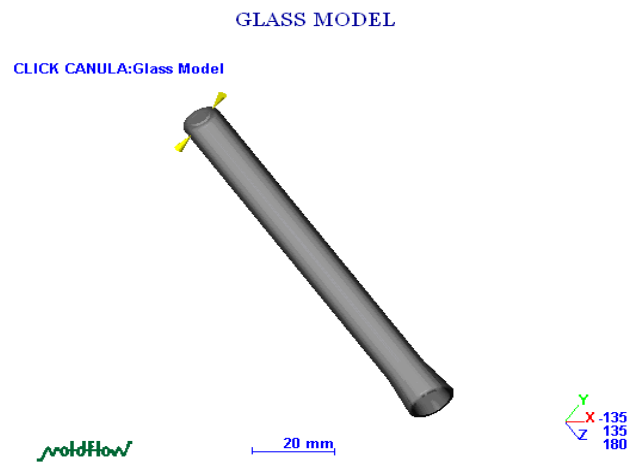
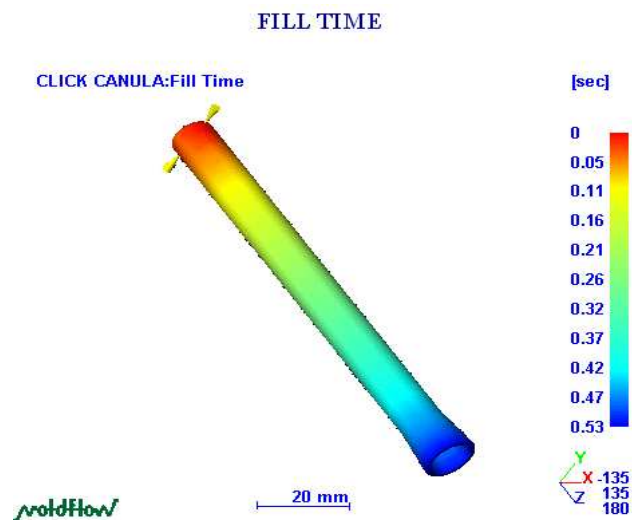


Tabla 58. Resultados obtenidos primera simulación

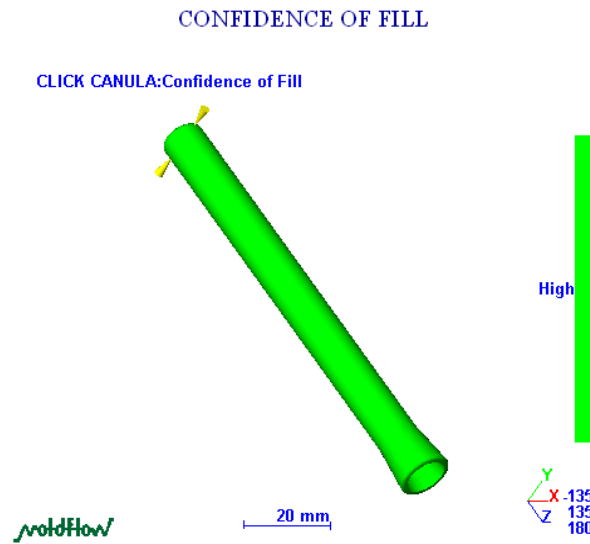
Parámetro	Resultado
Tiempo de inyección	0.53 segundos
Presión de inyección	138.66 MPa
Fuerza de cierre durante el llenado	0.78 ton
Fuerza de cierre en la pos presión 80%	(110.93) MPa 1.20 ton
Tiempo de ciclo	4.95

Figura 39. Tiempo de llenado de la cavidad del molde



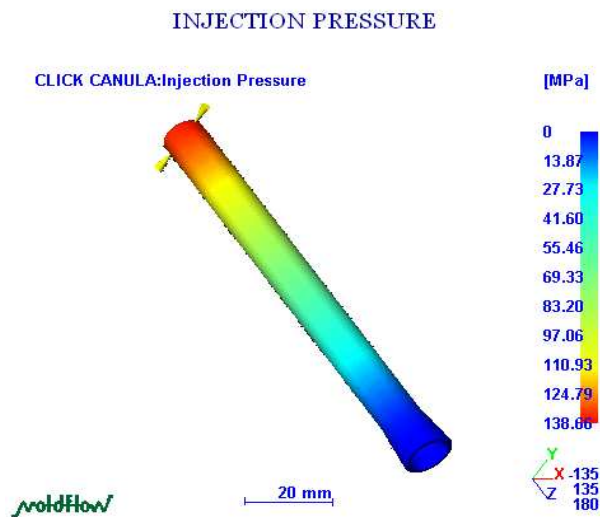
La figura muestra el llenado de la cavidad molde en el tiempo el cual da como resultado final 0.53 segundos

Figura 40. Confiabilidad de llenado



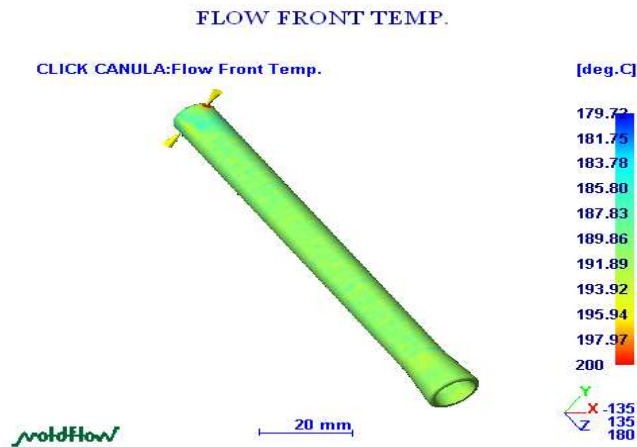
La confiabilidad de llenado de la cavidad del molde es alta, esto quiere decir que con los parámetros utilizados la cavidad tiene un llenado total sin dejar espacios vacíos.

Figura 41. Presión de inyección



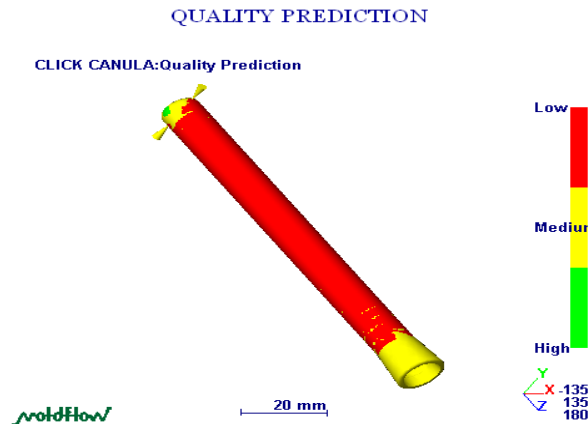
La presión de inyección sube hasta los 138.66 MPa.

Figura 42. Temperatura del frente de flujo



La temperatura del flujo masa polimérica cuando entra a la cavidad es de 200°C y dentro de la cavidad se reduce rápidamente 189.86°C y hasta 179.72°C durante el llenado, esto indica que la pérdida máxima de temperatura durante el llenado es de 20.28°C, debido a la longitud de flujo.

Figura 43. Predicción de calidad



La predicción de calidad de la cánula es baja, debido a que el material se degrada con la cizalladura sufrida durante el llenado, esto ocurre porque el espesor del producto es pequeño (1 mm) y a los grandes esfuerzos de corte generados durante el flujo.

La degradación del material se manifiesta con la reducción de las propiedades mecánicas, pero no tiene efectos visuales y físicamente lo que ocurre es una ruptura de las cadenas moleculares, sin consecuencias sobre el uso del producto.

La segunda simulación se realizó con una temperatura de masa de 200°C y una temperatura del molde de 31°C con el fin de observar lo que ocurre cuando



existe una variación en la temperatura del molde en el tiempo de ciclo del proceso.

La tercera simulación se efectuó para determinar el punto de inyección óptimo de la base. La temperatura del molde utilizada fue de 25.7 °C y la temperatura de la masa 190°C.

En la cuarta simulación se consideró cuatro puntos de inyección, una temperatura de molde de 25.7°C y una temperatura de masa de 190°C.

Para determinar cual de las cuatro simulaciones tiene un mejor impacto en el tiempo de ciclo proceso, se compararon los resultados obtenidos en cada una.

Entre la primera y segunda simulación no se encontró diferencias significativas, pues la variación de la temperatura del molde fue muy pequeña y no tuvo efectos sobre el proceso.

Es importante mencionar que el software considera que la temperatura del molde es constante, es decir no varía en el tiempo y es uniforme en cualquier lugar. Por este motivo las dos primeras simulaciones no arrojaron valores significativos.


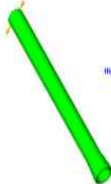


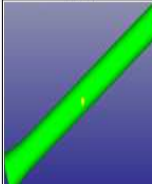


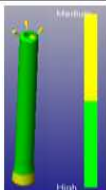
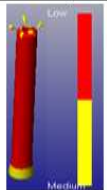
En la tercera simulación se encontró que el punto de inyección óptimo es en el centro del molde, debido a que la longitud de la base es de 11.35 cm, el llenado es homogéneo si se inicia desde el centro del molde generando mejor distribución de la masa. Esta simulación obtuvo mejores efectos sobre el proceso especialmente sobre el tiempo de ciclo, sin embargo la predicción de la calidad sigue siendo baja.

Aunque la tercera simulación tuvo excelentes efectos sobre el proceso, el diseño del molde con esas especificaciones no es fácil de fabricar. Por tal motivo siguiendo las recomendaciones del departamento de diseño y desarrollo de la empresa PROM LTDA se realizó una nueva simulación considerando cuatro puntos de inyección.

La cuarta simulación (con cuatro puntos de inyección) generó resultados similares a la tercera simulación en aspectos como el tiempo de inyección, el tiempo de ciclo y la pérdida de temperatura de la masa. Sin embargo la presión de llenado, la fuerza de cierre durante el llenado y la fuerza de cierre durante la postpresión es mayor. Otro aspecto como la confiabilidad del llenado es bueno pero la predicción de calidad sigue siendo baja.

Los resultados de las simulaciones indican que la opción más viable es diseñar un molde con cuatro puntos de inyección, esto se debe a que con cuatro entradas el flujo volumétrico será menor por cada entrada y por lo tanto la ganancia de temperatura por disipación viscosa del polímero es también menor, logrando que el tiempo de enfriamiento se reduzca.

Figura 44. Comparación resultados de simulaciones

PARÁMETROS					EFECTOS SOBRE EL PROCESO							
N° Simulación	Temperatura de la masa (°C)	Temperatura del molde (°C)	Tiempo de cierre del molde (seg)	N° de entradas o puntos de inyección	Tiempo de inyección (Seg)	Presión de llenado (Mpa)	Fuerza de cierre durante el llenado (Ton)	Fuerza de cierre durante la pos presión (Ton)	Tiempo de ciclo (seg)	Confiabilidad del llenado	Pérdida de temperatura de la masa °C	Predicción de calidad
1	200	25,7	2	2	0,53	138,66	0,78	1,2	4,95	Alta	20,28	Baja
												
2	200	31	2	2	0,52	137,96	0,77	1,18	5,07	Alta	20,28	Baja
3	190	25,7	2	2	0,2	93,25	0,46	0,81	3,98	Alta	11,72	Baja
												
4	190	25,7	2	4	0,21	168,01	0,95	1,45	3,98	Buena	11,11	Baja
												

## 5. MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE ENSAMBLE DEL APLICADOR VAGINAL.

En el análisis realizado en el capítulo 1 se encontró que las condiciones del área de trabajo en el proceso de ensamble manual generan fatiga en las operarias, pues esta operación es realizada sin ningún apoyo en los brazos que permita tener descanso, además las operarias no utilizan simultáneamente las manos lo que genera que la mayoría del tiempo la mano izquierda esté sosteniendo las bases.

Figura 45. Émbolos y bases en un mismo recipiente



Figura 46. Utilización de las manos en el proceso de ensamble

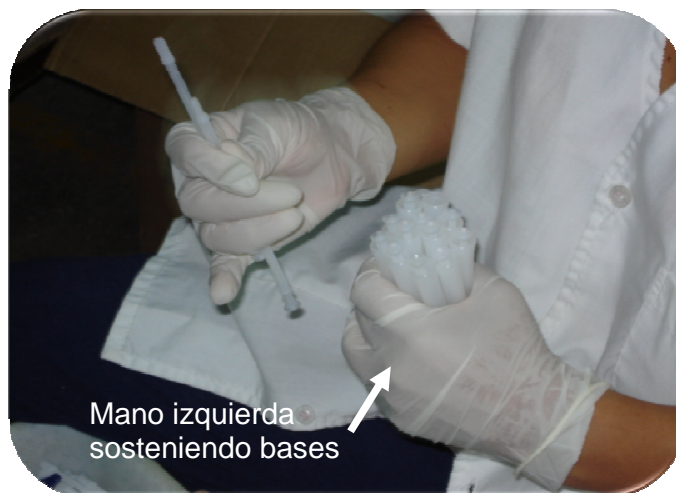


Figura 47. Herramienta utilizada para el ensamble del aplicador

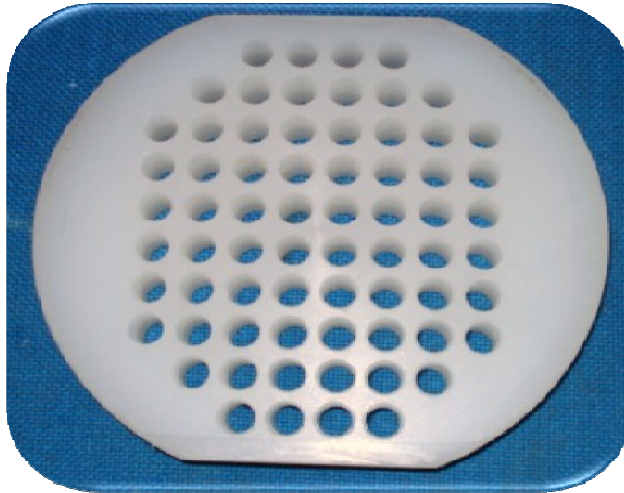


En las figuras anteriores se puede observar el método de ensamble actual el cual es realizado por las operarias de forma manual.

Con el objetivo de mejorar el puesto de trabajo se sugirió al gerente de la empresa que se creara un dispositivo que permitiera sostener las bases mientras se ensambla el émbolo, de tal manera que las operarias tuvieran mejor manejo de las dos manos y causara menor fatiga. Otra mejora consiste en separar las bases de los émbolos y colocarlos de forma adecuada, para las bases la boca debe estar en el mismo sentido en un recipiente y para los émbolos el pistón debe estar en el mismo sentido en otro recipiente, de esta forma las operarias no pierden tiempo buscando y organizando las partes del aplicador en el momento del ensamble.

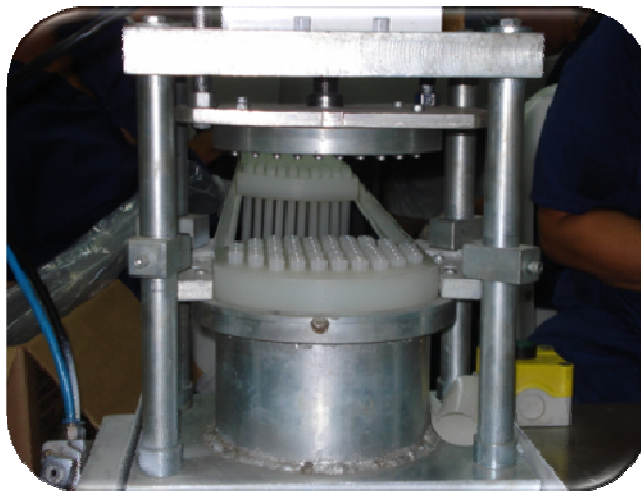
Acogiendo las sugerencias dadas la empresa rediseño el puesto de trabajo, implementando un nuevo molde para sostener las bases y una máquina para el ensamble de la bases con el émbolo, pasando de ser un proceso realizado por una sola operaria a ser un trabajo en línea.

Figura 48. Molde para sostener las bases.



Con este molde se puede sostener 68 bases, de esta manera se elimina la operación que realizaba la mano izquierda al sostener las bases.

Figura 49. Máquina ensambladora



Esta máquina puede ensamblar 68 aplicadores eliminando la actividad de golpear manualmente el aplicador con el martillo

Figura 50. Proceso de ensamble mejorado



El proceso de ensamble mejorado es lineal y ayudó a que las operarias estén más cómodas en su puesto de trabajo y se fatiguen menos.

Para determinar los cambios en el proceso de ensamble mejorado se realizó el diagrama sinóptico (Figura 48), el cual permite observar que el número de actividades necesarias para esta operación son menores en comparación con el proceso de ensamble manual.

Con el objetivo de cuantificar la mejora del proceso de ensamble se definió los elementos del nuevo proceso y realizó la toma de diez tiempos para calcular cuantas unidades se producen en un turno y compararlo con la producción del método anterior.

Tabla 59. Elementos del proceso mejorado

ELEMENTOS	DESCRIPCION
<b>Elemento 1</b>	Colocar bases en molde
<b>Elemento 2</b>	Colocar émbolo en bases
<b>Elemento 3</b>	Ensamblar aplicadores en máquina
<b>Elemento 4</b>	Asegurar aplicadores
<b>Elemento 5</b>	Llevar aplicadores a caja

Figura 51. Diagrama sinóptico del proceso de ensamble mejorado

Empresa: PROM LTDA  
 Departamento: Producción  
 Pieza: Aplicador vaginal ensamblado  
 Analistas: Kelly Tatiana Rodríguez  
Ana Marcela Gil  
Irene Capera  
 Fecha: 09 de Junio de 2008

**PT – 0198 Aplicador Vaginal**

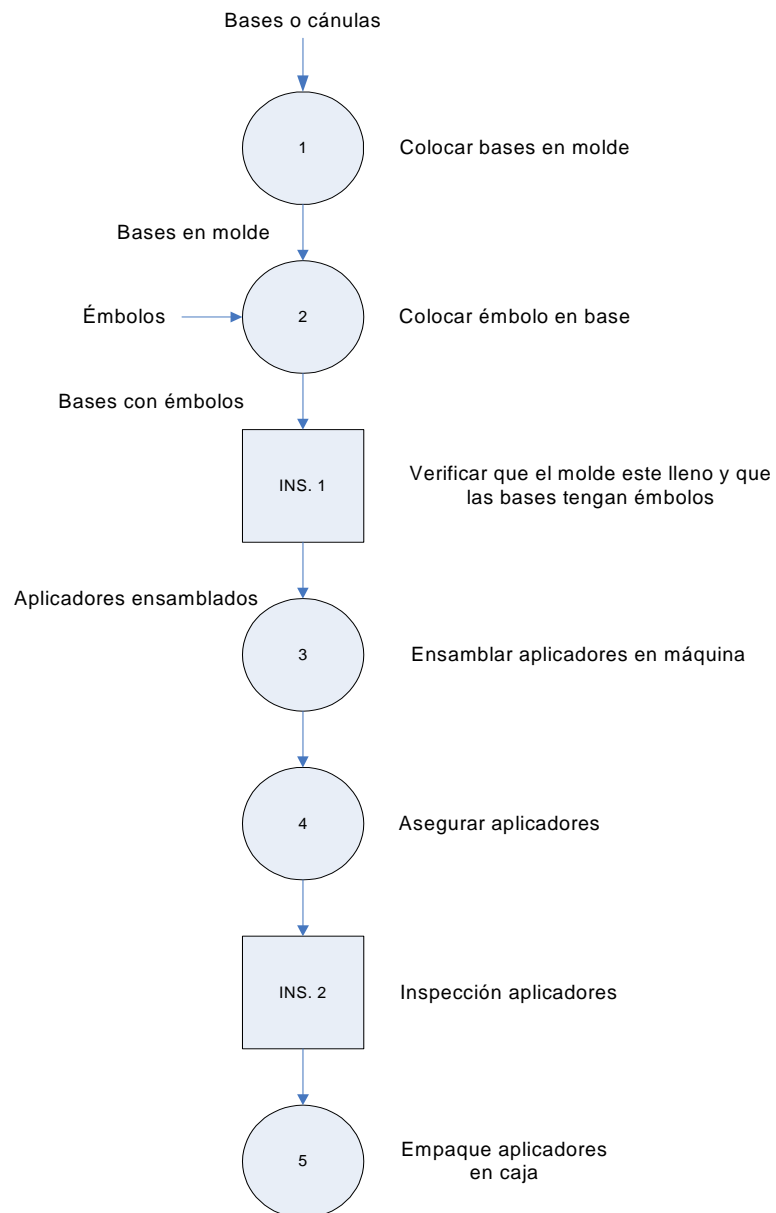


Tabla 60. Determinación del tiempo normal para el proceso de ensamble mejorado

OBSERVACIONES PROCESO MEJORADO												
Fecha y hora: Junio 09 de 2008, 7:30 am												
Analista: Ana Marcela Gil Vásquez												
Operario: Carmenza Escobar												
OBSERVACIONES ELEMENTOS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	PROMEDIO TIEMPO NORMAL
ELEMENTO 1	V	0,960	0,93	0,82	0,99	0,95	1,01	0,99	0,99	0,88	0,87	46,7
	TO	48,5	50,5	57,22	47,2	49,1	46,22	46,92	47,4	52,9	53,7	
	TN	46,6	47,0	46,9	46,7	46,6	46,7	46,5	46,9	46,6	46,7	
ELEMENTO 2	V	0,9	0,92	0,87	0,99	1,01	0,96	0,88	0,99	0,9	0,88	54,4
	TO	60,2	59,6	62,2	54,8	53,8	56,8	61,8	54,8	60,6	61,8	
	TN	54,2	54,8	54,1	54,3	54,3	54,5	54,4	54,3	54,5	54,4	
ELEMENTO 3	V	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2,53
	TO	2,47	2,5	2,59	2,58	2,48	2,56	2,49	2,53	2,54	2,56	
	TN	2,47	2,50	2,59	2,58	2,48	2,56	2,49	2,53	2,54	2,56	
ELEMENTO 4	V	1,1	0,75	1,1	1,05	0,95	0,9	0,7	1,2	1,25	1,2	6,51
	TO	5,91	9	5,83	6,21	6,84	7,09	9,34	5,36	5,24	5,43	
	TN	6,50	6,75	6,41	6,52	6,50	6,38	6,538	6,43	6,55	6,52	
ELEMENTO 5	V	0,95	1,05	1,2	0,8	1,15	0,95	1,1	1,1	0,8	0,95	13,42
	TO	13,97	13,12	11,44	16,49	11,73	14,4	12,12	12,53	16,46	13,4	
	TN	13,27	13,78	13,73	13,19	13,49	13,68	13,33	13,78	13,17	12,73	
									TIEMPO NORMAL DE CICLO		54,4	



El tiempo normal total del proceso de ensamble mejorado es de 54,4 segundos para ensamblar 68 unidades, es decir que para ensamblar un aplicador vaginal se tardan 0,8 segundos.

Los suplementos concedidos para este proceso son iguales al ensamble manual, de tal modo que permita hacer la comparación entre los dos.

Tabla 61. Suplementos del proceso de ensamble mejorado

<b>SUPLEMENTOS</b>	<b>%</b>
Necesidades personales	7
Por fatiga	4
Condiciones atmosféricas	7
Monotonía física (tedio)	1
Concentración intensa	2
Postura ligeramente incomoda	1
<b>TOTAL SUPLEMENTOS</b>	<b>22%</b>

Se utilizó la ecuación 3 para determinar el tiempo estándar del proceso.

$$TE = \frac{0,8 \text{ seg}}{1 - 0,22}$$

$$TE = 1,03 \text{ seg}$$

El tiempo estándar del proceso de ensamble mejorado es de 1,03 segundos para un aplicador vaginal. La producción estimada con el tiempo estándar para el proceso de ensamble mejorado es de 27961 unidades por turno.

$$3600\text{seg} / h \times 8h / \text{turno} = 28800\text{seg} / \text{turno}$$

$$\frac{28800\text{seg} / \text{turno}}{1,03\text{seg} / \text{unidad}} = 27961\text{unidades} / \text{turno}$$

La producción estimada del proceso de ensamble manual era de 21600 unidades y actualmente con el método mejorado es de 27961 unidades, es decir que la productividad se incrementó en un 30% con la mejora del proceso de ensamble.

Es importante mencionar que el nuevo proceso se implementó hace aproximadamente dos meses, es por ello que la productividad aumentará a medida que los operarios se adapten a este nuevo proceso.

## 6. CONCLUSIONES

- El análisis de Pareto arrojó que el producto de mayor participación en las ventas de la empresa PROM LTDA es el aplicador vaginal con un 30,7%, siendo este producto el elegido para realizar la investigación.
- La aplicación de encuestas permitió identificar las necesidades relevantes de los clientes con respecto al aplicador vaginal, se encontró que el 38% de los encuestados creen que el aspecto más desagradable al utilizar el aplicador es la dureza, el 30% le cambiarían la flexibilidad al aplicador, el 75% creen que es indispensable la transparencia del aplicador, el 49% consideran que la boca del aplicador debe tener mayor flexibilidad, el 35% cambiarían el diseño de la boca del aplicador, el 60% cambiaría la textura del aplicador y el 15% le añadirían medidas, flexibilidad y una textura más suave al tubo del aplicador.
- Los resultados del *Focus Group* ayudaron a establecer que el grado de satisfacción de las usuarias con el aplicador vaginal que actualmente produce la empresa PROM LTDA es menor en comparación con los aplicadores vaginales de la competencia, los dos nuevos prototipos de aplicadores vaginales, no tuvieron aceptación de los clientes y las características de suavidad y transparencia son las ideales de la muestra 6 y la muestra 7 respectivamente. De los aplicadores vaginales analizados ninguno cumplió con la exigencia de tener la boca ovalada y el largo del sujetador.
- Las necesidades identificadas en las encuestas y en el *focus group* ayudaron a plantear un nuevo diseño del aplicador vaginal que recopilara todos los requerimientos expresados por el usuario final.
- Al realizar el QFD se identificaron once criterios de calidad del aplicador vaginal y se encontró que el más importante es el diseño de la boca con un 27%, al realizar la comparación de estos criterios con la competencia se estableció que el aplicador vaginal de la empresa PROM LTDA tiene una calificación menor en todos los criterios, sin embargo es importante que la empresa se enfoque en mejorar el diseño de la boca del aplicador para lograr mayor aceptación en el mercado.
- En cuanto al proceso, el tiempo de enfriamiento del ciclo de inyección es muy alto debido a que el caudal del agua que entra al molde no es uniforme y el material utilizado en el molde tiene una conductividad térmica baja, lo que impide evacuar fácilmente el calor y reducir el tiempo de ciclo.
- Se encontró que la temperatura del molde no es constante en el tiempo, debido a que en horas de la mañana es de 25,7 °C y en horas de la tarde es de 31°C, por este motivo el operario tiene que aumentar el tiempo de enfriamiento, aumentando con ello el tiempo de ciclo del proceso de inyección.

- Los puestos de trabajo ubicados en el proceso de ensamble del aplicador vaginal, no cuentan con un diseño ergonómico, lo que genera fatiga en el operario y la inadecuada utilización de las dos manos. La temperatura encontrada en el área de producción es de 31°C, igualmente no existe ventilación lo que impide que el calor circule y genera fatiga en los operarios.
- El rediseño del puesto de trabajo en el proceso de ensamble incrementó la productividad en un 30%.
- Se observó que la empresa no cumple con algunas buenas prácticas de manufactura, debido a que los operarios no utilizan tapabocas en el proceso de ensamble ni guantes en el proceso de empaque, lo que puede generar contaminación en el producto.
- Con la documentación y la toma de tiempos del proceso de producción del aplicador vaginal, se obtuvieron las actividades requeridas para realizar el proceso y se encontró que el tiempo estándar para la fabricación del aplicador vaginal en presentación individual es de 21,03 segundos, en presentación de tres unidades es de 25,66 segundos y en presentación de seis unidades es de 34,07 segundos.
- Los resultados de las simulaciones realizadas en el programa Moldflow Part Adviser 6.0 establecieron que para reducir el tiempo de ciclo del proceso de inyección es necesario que el molde tenga cuatro puntos de inyección y que la temperatura sea constante, es decir que no varíe en el tiempo y sea uniforme en cualquier lugar.
- Las cuatro simulaciones arrojaron que la predicción de calidad del aplicador vaginal es baja, sin embargo esto no influye en el uso del producto ya que no es sometido a grandes esfuerzos.

## 7. RECOMENDACIONES

- Realizar una programación de mantenimiento para la máquina inyectora y la máquina empacadora.
- Es importante que las operarias cuenten con los adecuados implementos que le permitan manipular el producto de una manera segura e higiénica como son el tapaboca, los guantes, la cofia y la bata.
- Adecuar la planta de producción para que halla una mejor circulación del aire y así evitar la concentración del calor para disminuir la fatiga de las operarias.
- Adquirir sillas ergonómicas que permitan una buena posición del cuerpo a las operarias para que puedan realizar un mejor trabajo y con mayor gusto.
- Realizar una jornada de orden y aseo que involucre a todo el personal de la empresa para mejorar los puestos de trabajo.
- Implementar un programa de salud ocupacional y seguridad industrial en la empresa para prevenir futuros accidentes.
- Así como en el proceso de ensamble de los aplicadores vaginales mejorado las bases son entregadas a las operarias de forma adecuada antes de colocarlas en el molde, se debe hacer lo mismo con los émbolos para mejorar el tiempo del proceso.
- En el proceso de llenado de la tolva es necesario contar con recipiente que contenga la medida necesaria de materia prima a verter en la tolva.
- Actualizar periódicamente los estándares de los procesos para observar la mejora en el tiempo
- Cuando se realizan investigaciones que involucran el área de producción de una empresa, es importante contar con la colaboración del responsable de esta área para poder realizar un trabajo en conjunto que sea de utilidad tanto para la empresa como para los investigadores.

## BIBLIOGRAFIA

AHP (Analytic Hierarchy Process) [en línea]. México: Asociación latinoamericana de QFD, 2008. [Consultada el 5 de junio de 2008]. Disponible en Internet: [http://www.qfdlat.com/Herramientas\\_QFD/herramientas\\_qfd.html#AHP](http://www.qfdlat.com/Herramientas_QFD/herramientas_qfd.html#AHP)

ARIAS C, Giovanni. Material de clase de la materia Ingeniería de métodos. Santiago de Cali: Universidad Autónoma de Occidente, 2007. 1 archivo de computador

Catálogo aceros. Alemania: THYSSEN, 1996. 130 p.

Ciclo de inyección. Medellín: Instituto de Capacitación e Investigación del Plástico y del Caucho ICIPC, 2008. 1 archivo de computador

Clasificación de los plásticos [en línea]. México: Asociación Nacional de la Industria Química, 2008. [Consultada el 25 de abril de 2008]. Disponible en Internet: <http://www.aniq.org.mx/cipres/clasificacion.asp>

GARCIA C, Roberto. Estudio del trabajo: Ingeniería de métodos y medición del trabajo. 2 ed. México: Mc Graw Hill, 2005. 459 p.

Gráfica de Pareto [en línea]. Madrid: Instituto para la calidad en las ONG, 2000.[Consultada el 15 de abril de 2008] Disponible en Internet: <http://www.ongconcalidad.org/pareto.pdf>

HEYSER, Jay; BARRY, Render. Dirección de la producción. 4 ed. España: Prentice Hall, 1997. 365 p.

LOPEZ, Francisco C. Fundamentos de polímeros [en línea]. Mérida: Universidad de los Andes, 2004. [Consultado el 30 de marzo de 2008]. Disponible en Internet: <http://www.saber.ula.ve/db/ssaber/edocs/eventos/escuela-quimica/vi-escuela/cursos/polimeros.pdf>

MENDENHALL William; BEAVER Robert J; BEAVER Barbara M. Introducción a la probabilidad y estadística. México: Thompson learning, 2002. 618 p.

MENGES, Georg; MOHREN, Paul. Moldes para inyección de plásticos. 2 ed. Barcelona: Gustavo Gili S.A, 1980. 217 p.

NETTO, Ricardo. Tabla de conductividad térmica [en línea]. Argentina: Fisicanet, 2008. [Consultada el 27 de Mayo de 2008]. Disponible en Internet: [http://www.fisicanet.com.ar/fisica/termodinamica/tb03\\_conductividad.php](http://www.fisicanet.com.ar/fisica/termodinamica/tb03_conductividad.php)

NIEBEL, Benjamin W. Ingeniería industrial métodos, tiempos y movimientos. 9 ed. México: Alfaomega, 1996. 880 p.

\_\_\_\_\_; FREIVALDS, Andris. Ingeniería industrial métodos, estándares y diseño del trabajo. 10 ed. México: Alfaomega, 2001. 728 p.

OTERO, Juan Carlos. Algunos conceptos fundamentales de materiales macromoleculares. Santiago de Cali: Universidad Autonoma de Occidente, 2007. 1 archivo de computador

Población femenina enero- mayo 2008 [en línea]. Santiago de Cali: Universidad Autónoma de Occidente, 2008. [Consultada el 17 de marzo de 2008]. Disponible en Internet: <http://www.uao.edu.co>

Polímero [en línea]. Florida: Wikipedia foundation, 2008 [Consultado el 30 de marzo de 2008]. Disponible en Internet: <http://es.wikipedia.org/wiki/Pol%C3%ADmero>

PRASSANA, Kumar. Despliegue en función de la calidad (Akao) [en línea]. The Netherlands: 12 Manage the executive fast track, 2008. [Consultado el 15 de abril de 2008]. Disponible en Internet: [http://www.12manage.com/methods\\_akao\\_quality\\_function\\_deployment\\_es.html](http://www.12manage.com/methods_akao_quality_function_deployment_es.html)

SMITS, Alexander J. Mecánica de fluidos una introducción física. México: Alfaomega, 2003. 568 p.

TAMAYO E, Francisco; GONZALES B, Verónica. ¿Qué es QFD? Descifrando el despliegue de la función de calidad [en línea]. México: Asociación Latinoamericana de QFD, 2008. [Consultado el 15 de abril de 2008]. Disponible en Internet: <http://www.qfdlat.com/Imagenes/QFD.pdf>


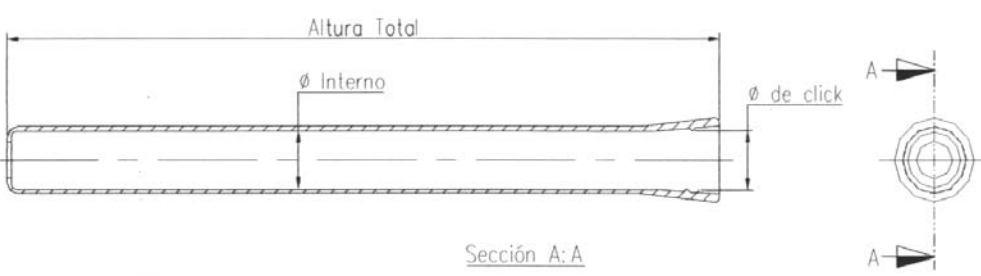
Thermal pin [en línea]. California: Noren Products Incorporated, 2007. [Consultada el 4 de junio]. Disponible en Internet: [http://www.norenproducts.com/Thermal\\_Pins/PDF/10124\\_ThrPin\\_16x10.pdf](http://www.norenproducts.com/Thermal_Pins/PDF/10124_ThrPin_16x10.pdf)

UAO en cifras [en línea]. Santiago de Cali: Universidad Autónoma de Occidente, 2008. [Consultada el 17 de marzo de 2008]. Disponible en Internet: <http://www.uao.edu.co>

WINSTON, Wayne. Investigación de Operaciones. 4 ed. México: THOMSON, 2005. 1418 p.


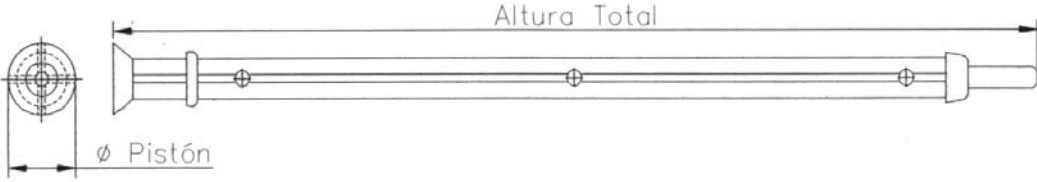
## ANEXOS

### Anexo A. Ficha técnica de la base o cánula del aplicador vaginal

 <b>PROM LTDA.</b> <small>Procesos de Manufactura</small>	PRODUCCION				CÓDIGO: PN-28	
	<b>FICHA TÉCNICA DE PLASTICOS</b>					
						Rev.: 22-02-08 VERSION 1
						
<b>Nombre del producto</b>		<b>CANULA APLICADOR VAGINAL CON CLICK</b>				
<b>Código PROM</b>	3-310-1	<b>Fecha de elaboración</b>	24/05/08	<b>Versión</b>	<b>1</b>	
<b>Cliente</b>						
<b>ESPECIFICACIONES DIMENSIONALES</b>			<b>ESPECIFICACIONES FISICAS</b>			
<b>Parámetro</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Unidad</b>	<b>Parámetro</b>	<b>Especificación</b>		
Altura Total	$113.5 \pm 2.0$	mm	<b>Peso</b>	$2.4 \pm 0.3$ g		
Diámetro Interno	$9.0 \pm 0.4$	mm				
Diámetro de click	$8.7 \pm 0.2$	mm	<b>Color</b>	NATURAL		
N / A	N / A	N / A				
N / A	N / A	N / A	<b>Material</b>	PEBD		
N / A	N / A	N / A				
N / A	N / A	N / A	<b>Capacidad de rebose</b>	N/A		
N / A	N / A	N / A				
<b>OBSERVACIONES</b>				<b>Realizó</b>	<b>Revisó</b>	<b>Aprobó</b>
N/A			<b>Nombre</b>	Y. LONDOÑO	J. COELLO	G. GRIJALBA
			<b>Cargo</b>	Dibujante	Jefe Aseg. Calidad	Jefe de Diseño y Mantenimiento
			<b>Firma</b>			

Fuente: Departamento de diseño y desarrollo PROM LTDA. 1 archivo en computador

Anexo B. Ficha técnica del émbolo del aplicador vaginal

		<b>PRODUCCION</b>		<b>CODIGO: PN-28</b>	
		<b>FICHA TÉCNICA DE PLASTICOS</b>		Rev.: 22-02-08 VERSION 1	
					
<b>Nombre del producto</b>		<b>EMBOLO APLICADOR VAGINAL</b>			
<b>Código PROM</b>	3-310-2	<b>Fecha de elaboración</b>	24/05/08	<b>Versión</b>	1
<b>Cliente</b>	GENFAR				
<b>ESPECIFICACIONES DIMENSIONALES</b>			<b>ESPECIFICACIONES FISICAS</b>		
<b>Parámetro</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Unidad</b>	<b>Parámetro</b>	<b>Especificación</b>	
Diámetro Pistón	$9.0 \pm 0.4$	mm	<b>Peso</b>	$1.1 \pm 0.3$ g	
Altura Total	$127.7 \pm 2.0$	mm	<b>Color</b>	NATURAL	
N / A	N / A	N / A	<b>Material</b>	PEAD	
N / A	N / A	N / A	<b>Capacidad de rebose</b>	N / A	
N / A	N / A	N / A			
N / A	N / A	N / A			
N / A	N / A	N / A			
N / A	N / A	N / A			
<b>OBSERVACIONES</b>			<b>Realizó</b>	<b>Revisó</b>	<b>Aprobó</b>
N / A			<b>Nombre</b>	Y. LONDOÑO	J. COELLO
			<b>Cargo</b>	Dibujante	Jefe Aseg. Calidad
			<b>Firma</b>		

Fuente: Departamento de diseño y desarrollo PROM LTDA. 1 archivo en computador



Anexo C. Propiedades físicas del agua en unidades S.I

Temperatura (°C)	Densidad $\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	Viscosidad $\eta$ (N . s / m <sup>2</sup> )	Viscosidad cinemática (m <sup>2</sup> / s x10 <sup>-6</sup> )	Módulo de elasticidad volumétrica (Pa x10 <sup>7</sup> )	Tensión superficial (N /mx10 <sup>-2</sup> )	Presión de vapor (Pa)
0	999.0	1.792	1.792	204	7.62	588
5	1000.0	1.519	1.519	206	7.54	882
10	999.7	1.308	1.308	211	7.48	1,176
15	999.1	1.140	1.141	214	7.41	1,666
20	998.2	1.005	1.007	220	7.36	2,447
30	995.7	0.801	0.804	223	7.18	4,297
40	992.2	0.656	0.661	227	7.01	7,400
50	988.1	0.549	0.556	230	6.82	12,220
60	983.2	0.469	0.477	228	6.68	19,600
70	977.8	0.406	0.415	225	6.50	30,700
80	971.8	0.357	0.367	221	6.30	46,400

Anexo D. Asignación de suplementos

<b>Instituto de Administracion Cientifica de las empresas</b>					
<b>Curso de "Técnicas de organización"</b>					
1, Suplementos constantes					
				<b>Hombres</b>	<b>Mujeres</b>
Suplementos por necesidades personales				5	7
Suplementos base por fatiga				4	4
A. Suplemento por trabajar de pie				2	4
B. Suplemento por postura anormal					
Ligeramente incomoda				0	1
Incómoda (inclinado)				2	3
Muy incòmoda (echado, estirado)				7	7
C. Uso de la fuerza o de la energia muscular					
(Levantar, tirar o empujar)					
Peso levantado por kilogramo					
2,5				0	1
5				1	2
7,5				2	3
10				3	4
12,5				4	6
15				5	8
17,5				7	10
20				9	13
22,5				11	16
25				13	20 (máx)
30				17	
33,5				22	
D. Mala iluminacion					
Ligeramente por debajo de la potencia calculada				0	0
Bastante por debajo				2	2
Absolutamente insuficiente				5	5

E. Condiciones atmosféricas	0 - 10	
(calor y humedad)		
	<b>Hombres</b>	<b>Mujeres</b>
F. Concentración intensa		
Trabajos de cierta precisión	0	0
Trabajos de precisión o fatigosos	2	2
Trabajos de gran precisión o muy fatigosos	5	5
G. Ruido		
Continuo	0	0
Intermitente y fuerte	2	2
Intermitente y muy fuerte	5	5
Estridente y fuerte		
H. Tensión mental		
Proceso bastante complejo	1	1
Proceso complejo o atención		
Dividida entre muchos objetos	4	4
Muy complejo	8	8
I. Monotonía		
Trabajo algo monótono	0	0
Trabajo bastante monótono	1	1
Trabajo muy monótono	4	4
J. Tedio		
Trabajo algo aburrido	0	0
Trabajo aburrido	2	1
Trabajo muy aburrido	5	2

## Anexo E. Rectificación del número de observaciones en el proceso de ensamble

ELEMENTOS MANO IZQUIERDA																							
	OBSERV.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	SUMATORIA	NUMERO DE OBSERV. REALES
ELEMENTO 1	X	2	2,75	2,56	2,67	2,5	2,37	2,35	2,94	2,25	2,51	2,67	2,75	2,67	2,65	2,64	2,75	2,81	2,85	2,97	2,78	52,44	13
	X <sup>2</sup>	4,00	7,56	6,55	7,13	6,25	5,62	5,52	8,64	5,06	6,30	7,13	7,56	7,13	7,02	6,97	7,56	7,90	8,12	8,82	7,73	138,58	
ELEMENTO 2	X	2,65	2,35	2,94	2,06	2,72	2,25	2,94	2,58	2,56	2,42	2,96	2,94	2,84	2,56	3	2,95	3,03	2,5	2,75	2,19	53,19	19
	X <sup>2</sup>	7,02	5,52	8,64	4,24	7,40	5,06	8,64	6,66	6,55	5,86	8,76	8,64	8,07	6,55	9,00	8,70	9,18	6,25	7,56	4,80	143,12	
ELEMENTO 3	X	18,2	11,53	14,18	16,07	14,75	15,71	12,56	14,97	13,16	15,23	15,55	15,79	14,66	15,97	15,96	15,72	14,13	14,28	14,5	16,14	297,06	11
	X <sup>2</sup>	262,44	132,94	201,07	258,24	217,56	246,80	157,75	224,10	173,19	231,95	241,80	249,32	214,92	255,04	254,72	247,12	199,66	203,92	210,25	260,50	4443,31	
ELEMENTO 4	X	6,5	7	6,32	5,44	6,2	6,94	6,35	5,88	5,67	5,25	6,88	6,95	6,86	5,44	6,97	6,91	6,78	6,43	6,34	6,96	128,07	13
	X <sup>2</sup>	42,25	49,00	39,94	29,59	38,44	48,16	40,32	34,57	32,15	27,56	47,33	48,30	47,06	29,59	48,58	47,75	45,97	41,34	40,20	48,44	826,57	
ELEMENTO 5	X	4,19	3,41	4,72	3,53	3,72	4	4,25	3,84	3,42	3,3	3,96	3,47	3,38	4,4	3,12	3,56	3,38	3,5	3,81	3,6	74,56	19
	X <sup>2</sup>	17,56	11,63	22,28	12,46	13,84	16,00	18,06	14,75	11,70	10,89	15,68	12,04	11,42	19,36	9,73	12,67	11,42	12,25	14,52	12,96	281,22	
ELEMENTOS MANO DERECHA																							
	OBSERV.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	SUMATORIA	NUMERO DE OBSERV. REALES
ELEMENTO 1	X	2,78	2,78	3,03	3,56	3,62	2,89	2,75	3,62	2,95	2,92	2,75	2,84	2,37	3,3	2,53	3,44	3,11	3,11	3,08	3,08	60,51	20
	X <sup>2</sup>	7,73	7,73	9,18	12,67	13,10	8,35	7,56	13,10	8,70	8,53	7,56	8,07	5,62	10,89	6,40	11,83	9,67	9,67	9,49	9,49	185,35	
ELEMENTO 2	X	2,68	2,78	2,57	2,25	2,72	2,28	2,81	2,72	2,68	2,31	2,28	2,9	2,47	2,75	2,4	2,77	2,79	2,33	2,46	2,02	50,97	14
	X <sup>2</sup>	7,18	7,73	6,60	5,06	7,40	5,20	7,90	7,40	7,18	5,34	5,20	8,41	6,10	7,56	5,76	7,67	7,78	5,43	6,05	4,08	131,04	
ELEMENTO 3	X	14,63	12,19	15,35	12,28	15,56	12,75	11,44	15,62	13,13	14,06	12,68	11,46	13,05	14,43	14,4	12,3	13,61	14,36	13,31	13,34	269,95	14
	X <sup>2</sup>	214,04	148,60	235,62	150,80	242,11	162,56	130,87	243,98	172,40	197,68	160,78	131,33	170,30	208,22	207,36	151,29	185,23	206,21	177,16	177,96	3674,51	
ELEMENTO 4	X	5,34	4,96	5,59	6,43	6,72	5,69	6,47	5,57	5,47	4,97	4,8	5,39	5,08	5,9	6	5,9	4,95	5,8	6,12	5,42	112,57	14
	X <sup>2</sup>	28,52	24,60	31,25	41,34	45,16	32,38	41,86	31,02	29,92	24,70	23,04	29,05	25,81	34,81	36,00	34,81	24,50	33,64	37,45	29,38	639,24	
ELEMENTO 5	X	2,78	2,8	3,1	2,3	3,12	2,47	2,37	2,75	2,33	2,45	2,18	2,55	2,44	2,93	2,62	2,92	2,11	2,35	2,63	2,55	51,75	19
	X <sup>2</sup>	7,73	7,84	9,61	5,29	9,73	6,10	5,62	7,56	5,43	6,00	4,75	6,50	5,95	8,58	6,86	8,53	4,45	5,52	6,92	6,50	135,49	

Anexo F. Rectificación del número de observaciones en el proceso de empaque de seis aplicadores

OBSERVACIONES REALES															
ELEMENTOS MANO DERECHA															
	OBSERV.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	SUMATORIA	NUMERO DE OBSERV. REALES
ELEMENTO 1	X	5,3	6,24	5,31	5,18	5,7	5,02	5,27	5,36	5,11	5,27	5,77	5,36	64,89	6
	X <sup>2</sup>	28,09	38,94	28,20	26,83	32,49	25,20	27,77	28,73	26,11	27,77	33,29	28,73	352,16	
ELEMENTO 2	X	2,02	2,68	2,43	2,27	2,58	2,11	2,49	2,49	2,15	2,49	2,18	2,25	28,14	12
	X <sup>2</sup>	4,08	7,18	5,90	5,15	6,66	4,45	6,20	6,20	4,62	6,20	4,75	5,06	66,47	
ELEMENTOS MANO IZQUIERDA															
	OBSERV.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	SUMATORIA	NUMERO DE OBSERV. REALES
ELEMENTO 1	X	5,25	6,22	5,66	6,72	5,88	6,66	6,16	5,57	6,25	6,03	5,22	5,16	70,78	12
	X <sup>2</sup>	27,56	38,69	32,04	45,16	34,57	44,36	37,95	31,02	39,06	36,36	27,25	26,63	420,64	
ELEMENTO 2	X	2,71	2,5	2,6	2,5	2,28	2,75	2,5	3	2,28	2,28	2,32	2,6	30,32	11
	X <sup>2</sup>	7,34	6,25	6,76	6,25	5,20	7,56	6,25	9,00	5,20	5,20	5,38	6,76	77,15	

## Anexo G. Rectificación del número de observaciones en el proceso de fabricación del aplicador vaginal

ELEMENTOS REGULARES																									
	OBSERV.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	SUMATORIA	NUMERO DE OBSERVACIONES REALES
ELEMENTO 1	X	11,72	11,80	11,75	11,78	11,72	12,00	11,89	11,84	12,09	11,88	12,09	12,08	12,04	11,72	11,45	11,72	11,83	12,10	11,70	12,11	12,24	11,58	260,83	0
	X <sup>2</sup>	137,36	141,61	138,06	138,77	137,36	144,00	136,66	140,19	146,17	136,42	146,17	145,93	144,96	137,36	131,10	137,36	139,95	146,41	136,89	146,65	149,82	134,10	3093,28	
ELEMENTO 2	X	11,06	13,03	13,75	12,00	12,47	13,19	10,50	10,13	10,04	13,97	12,70	12,94	13,83	11,28	12,53	13,50	12,72	11,88	10,98	12,94	13,28	12,74	271,46	14
	X <sup>2</sup>	122,32	169,78	189,06	144,00	155,50	173,98	110,25	102,62	100,80	195,16	161,29	167,44	191,27	127,24	157,00	182,25	161,80	141,13	120,56	167,44	176,36	162,31	3379,57	
ELEMENTO 4	X	11232,00	11700,00	11880,00	12348,00	12276,00	11628,00	11376,00	11592,00	12080,00	11808,00	12888,00	11120,00	12400,00	12480,00	12400,00	11724,00	12128,00	11020,00	11400,00	12416,00	11812,00	11236,00	261024,00	3
	X <sup>2</sup>	126157824,00	136890000,00	141134400,00	152473104,00	150700176,00	135210384,00	129413376,00	134374464,00	145443600,00	139428664,00	166100544,00	123654400,00	153760000,00	155750400,00	153760000,00	137452176,00	147088384,00	121440400,00	129960000,00	154157056,00	141895744,00	126247696,00	3102492992,00	
ELEMENTO 5 1 APLICADOR	X	4,75	5,16	4,72	5,12	4,44	5,00	4,57	5,19	4,91	5,13	5,28	4,89	5,22	4,59	4,88	5,10	4,78	4,94	5,22	4,81	5,13	4,91	108,34	4
	X <sup>2</sup>	22,56	26,63	22,28	26,21	19,71	25,00	20,88	26,94	24,11	26,32	27,88	22,00	27,25	21,07	21,90	26,01	22,85	24,40	27,25	23,14	26,32	24,11	534,81	
ELEMENTO 5 3 APLICADORES	X	7,16	7,06	7,45	7,56	7,27	7,37	7,15	7,14	8,21	7,29	6,83	6,53	6,82	6,19	7,00	6,38	6,10	6,57	6,19	6,77	6,80	6,37	152,01	9
	X <sup>2</sup>	51,27	49,84	55,50	57,15	52,85	54,32	51,12	50,98	67,40	53,14	43,96	42,64	46,51	38,32	49,00	40,70	37,21	43,16	38,32	45,83	46,24	40,58	1056,06	
ELEMENTO 6 1 APLICADOR	X	1,02	1,24	1,11	1,10	1,06	1,00	1,22	1,15	1,08	1,19	1,28	1,13	1,02	1,04	1,25	1,14	1,11	1,04	1,03	0,97	1,02	1,14	24,35	10
	X <sup>2</sup>	1,04	1,54	1,23	1,21	1,12	1,00	1,49	1,32	1,19	1,42	1,64	1,28	1,04	1,08	1,56	1,30	1,23	1,08	1,06	0,94	1,04	1,30	27,11	
ELEMENTO 6 3 APLICADORES	X	1,88	1,90	1,78	1,89	1,78	1,95	1,76	1,98	1,93	1,88	1,44	1,43	1,30	1,34	1,54	1,53	1,56	1,51	1,62	1,58	1,67	1,70	38,73	22
	X <sup>2</sup>	2,76	3,61	3,17	3,57	3,17	3,80	3,10	3,92	3,72	3,53	2,07	2,04	1,69	1,80	2,37	2,34	2,43	2,28	2,62	2,50	2,79	2,89	62,18	
ELEMENTO 7 1 APLICADOR	X	624,80	601,20	665,40	636,00	628,80	619,80	685,40	725,40	733,20	628,80	683,00	685,80	634,80	667,80	634,80	668,40	618,00	628,20	677,40	685,20	633,80	674,40	14460,00	5
	X <sup>2</sup>	390125,16	361441,44	442757,16	404496,00	395389,44	384152,04	468381,16	526205,16	537582,24	395389,44	480249,00	470321,64	402971,04	445956,84	402971,04	446758,56	381924,00	394635,24	458870,76	469499,04	401448,96	454815,36	9531540,72	
ELEMENTO 7 3 APLICADORES	X	435,80	391,20	437,40	441,00	442,20	438,00	434,40	436,20	438,00	436,80	441,00	438,00	436,20	437,40	436,80	435,00	435,00	439,20	442,80	439,80	435,80	437,40	9585,00	1
	X <sup>2</sup>	189747,36	153037,44	191318,76	194481,00	195540,84	191844,00	188703,36	190270,44	191844,00	190794,24	194481,00	191844,00	190270,44	191318,76	190794,24	189225,00	189225,00	192896,64	196071,84	193424,04	189747,36	191318,76	4178198,52	
ELEMENTO 7 6 APLICADORES	X	979,20	792,00	933,80	843,00	935,40	844,80	924,00	903,60	875,40	927,00	855,00	804,00	787,20	851,40	912,00	918,00	815,40	804,00	858,00	846,00	832,80	904,20	19146,00	6
	X <sup>2</sup>	958832,64	627264,00	871608,96	710649,00	874973,16	713687,04	853776,00	816492,96	766325,16	859329,00	731025,00	646416,00	619683,84	724881,96	831744,00	842724,00	664877,16	646416,00	736164,00	715716,00	693555,84	817577,64	16723719,36	
ELEMENTO 8	X	10,47	11,88	11,54	10,80	9,95	10,55	9,80	11,40	10,90	9,52	10,15	10,13	9,88	9,63	9,55	10,00	10,22	10,36	10,65	10,47	10,32	10,43	228,38	5
	X <sup>2</sup>	109,62	135,96	133,17	116,64	99,00	111,30	96,04	129,96	118,81	90,63	103,02	102,62	97,61	92,74	91,20	100,00	104,45	107,33	113,42	109,62	106,50	108,78	2378,44	

## Anexo H. Población estudiantil Universidad Autónoma de Occidente



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE  
Oficina de Planeación

Resumen población estudiantil en pregrado periodo enero - mayo de 2008 por programa, sexo y jornada.

Programa	Solicitudes			Primiparos			Matricula Total en Primer Curso			Total Matriculados			Graduados **		
	HOMBRES	MUJERES	TOTAL	HOMBRES	MUJERES	TOTAL	HOMBRES	MUJERES	TOTAL	HOMBRES	MUJERES	TOTAL	HOMBRES	MUJERES	TOTAL
Ingeniería Biomédica	17	12	29	12	9	21	24	18	40	130	121	251	0	0	0
Ingeniería de la Producción	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	2	3
Ingeniería Electrónica	12	2	14	8	2	10	15	4	19	169	22	191	15	4	19
Ingeniería Industrial	43	25	68	34	19	53	58	27	85	210	141	351	6	9	15
Ingeniería Informática	22	3	25	17	3	20	32	7	39	195	38	233	5	3	8
Ingeniería Mecánica	31	1	32	22	1	23	53	1	54	187	4	191	14	2	16
Ingeniería Mecatrónica	26	4	30	17	3	20	37	6	42	264	32	296	22	7	29
Ingeniería Ambiental *	0	2	2	0	2	2	0	2	2	1	2	3	0	0	0
Ingeniería Civil *	0	1	1	0	0	0	2	0	2	3	3	6	0	0	0
Ingeniería Química*	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2	5	7	0	0	0
<b>Total Facultad de Ingeniería</b>	<b>151</b>	<b>51</b>	<b>202</b>	<b>110</b>	<b>39</b>	<b>149</b>	<b>221</b>	<b>62</b>	<b>283</b>	<b>1162</b>	<b>365</b>	<b>1527</b>	<b>63</b>	<b>27</b>	<b>90</b>
Administración del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales	10	9	19	9	9	18	16	14	30	98	80	178	7	6	13
<b>Total Facultad de Ciencias Básicas</b>	<b>10</b>	<b>9</b>	<b>19</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>18</b>	<b>16</b>	<b>14</b>	<b>30</b>	<b>98</b>	<b>80</b>	<b>178</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>13</b>
Administración de Empresas	40	9	49	26	4	30	51	14	65	171	110	281	2	6	8
Administración Modalidad Dual	0	0	0	0	0	0	8	5	13	19	12	31			
Economía	10	7	17	7	4	11	14	7	21	63	63	126	6	9	15
Mercadeo y Negocios Internacionales	61	84	145	41	60	101	75	90	165	284	375	659	7	14	21
<b>Total Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas</b>	<b>111</b>	<b>100</b>	<b>211</b>	<b>74</b>	<b>68</b>	<b>142</b>	<b>148</b>	<b>116</b>	<b>264</b>	<b>537</b>	<b>560</b>	<b>1097</b>	<b>15</b>	<b>29</b>	<b>44</b>
Comunicación Publicitaria	52	44	96	41	31	72	62	46	108	329	325	654	8	17	25
Comunicación Social -Periodismo	54	90	144	38	51	89	54	80	134	258	597	855	18	42	60
Diseño de la Comunicación Gráfica	57	25	83	45	21	66	68	28	96	338	232	568	13	19	32
<b>Total Facultad de Comunicación Social</b>	<b>163</b>	<b>160</b>	<b>323</b>	<b>124</b>	<b>103</b>	<b>227</b>	<b>184</b>	<b>154</b>	<b>338</b>	<b>923</b>	<b>1154</b>	<b>2077</b>	<b>39</b>	<b>78</b>	<b>117</b>
<b>Total Jornada Diurna</b>	<b>435</b>	<b>320</b>	<b>755</b>	<b>317</b>	<b>219</b>	<b>536</b>	<b>569</b>	<b>346</b>	<b>915</b>	<b>2720</b>	<b>2159</b>	<b>4879</b>	<b>124</b>	<b>140</b>	<b>264</b>
Ingeniería Eléctrica	11	1	12	7	1	8	18	1	19	124	7	131	14	3	17
Ingeniería Industrial	31	10	41	20	8	28	40	16	56	285	165	450	31	28	59
Ingeniería Informática	11	2	13	8	2	10	14	4	18	22	6	28	0	0	0
Ingeniería Mecánica	23	1	24	13	0	13	22	0	22	195	9	204	14	3	17
<b>Total Facultad Ingeniería</b>	<b>76</b>	<b>14</b>	<b>90</b>	<b>48</b>	<b>11</b>	<b>59</b>	<b>94</b>	<b>21</b>	<b>115</b>	<b>626</b>	<b>187</b>	<b>813</b>	<b>59</b>	<b>34</b>	<b>93</b>
Administración del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
<b>Total Facultad Ciencias Básicas</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Administración de Empresas	9	9	18	8	5	13	19	10	29	132	115	247	12	7	19
Contaduría Pública	17	23	40	12	14	26	15	25	40	67	185	252	3	14	17
Economía	3	5	8	2	5	7	5	6	11	64	57	121	8	14	22
Mercadeo y Negocios Internacionales	17	22	39	11	11	22	21	18	39	191	233	424	8	26	34
<b>Total Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas</b>	<b>46</b>	<b>59</b>	<b>105</b>	<b>33</b>	<b>35</b>	<b>68</b>	<b>60</b>	<b>59</b>	<b>119</b>	<b>454</b>	<b>590</b>	<b>1044</b>	<b>31</b>	<b>61</b>	<b>92</b>
<b>Total Jornada Nocturna</b>	<b>122</b>	<b>73</b>	<b>195</b>	<b>81</b>	<b>46</b>	<b>127</b>	<b>154</b>	<b>80</b>	<b>234</b>	<b>1080</b>	<b>778</b>	<b>1858</b>	<b>90</b>	<b>95</b>	<b>185</b>
<b>Total</b>	<b>557</b>	<b>393</b>	<b>950</b>	<b>398</b>	<b>265</b>	<b>663</b>	<b>723</b>	<b>426</b>	<b>1149</b>	<b>3800</b>	<b>2937</b>	<b>6737</b>	<b>214</b>	<b>235</b>	<b>449</b>

Fuente: Registro Académico. Corte: 06/02/2008. Elaborado Oficina de Planeación

(\*) Convenio Universidad de los Andes

(\*\*) Graduados en el periodo agosto - diciembre de 2007

Matrícula Total en Primer Curso: Incluye primiparos, readmisiones y transferencias externas

## Anexo I. Universidad Autónoma en cifras



### Universidad Autónoma en Cifras 2008 - 1

Rectoría

Oficina de Planeación y Desarrollo Institucional

#### Información general

Institución de carácter privado

Personería Jurídica otorgada por la Gobernación del Valle del Cauca mediante Resolución 618 de febrero 20 de 1970

Sedes: Cali (Valle del Lili y San Fernando)

Área (m <sup>2</sup> )	Total	Valle del Lili*	San Fernando
Sede Cali	125,233	122,203	3,030

(\*) Incluye los espacios por convenio

#### Programas Académicos

corte: Enero de 2008 **44**

*Cali*

##### Pregrado

Tecnológico (CERES)	5
Profesional	17
En Convenio con la U. de los Andes	3

##### Posgrado

Especialización	11
Maestría (convenio)	3

3 Sedes Regionales por alianzas de CERES

##### Pregrado

Tecnológico	10
-------------	----

#### Programas Acreditados

corte: Enero de 2008 **2**

*Altos niveles de calidad - CNA*

Programa de Comunicación Social - Periodismo

Programa de Economía

*Acreditación Internacional Sociedad Internacional de Prensa (SIP)*

Programa de Comunicación Social - Periodismo	1
--	---

#### Estudiantes Matriculados 2008-1

corte: Marzo de 2008 **7344**

Nivel de Formación

##### Pregrado

Tecnológico (CERES)	517
Profesional	6737

##### Posgrado

Especialización	90
-----------------	----

#### Estudiantes - Inscritos, Admitidos y Graduados 2008-1

##### Pregrado \*\*

corte: Febrero de 2008

Aspirantes	950
Primíparos	663
Matricula total en primer curso	1149
Graduados	449

##### Posgrado

Aspirantes	61
Primíparos	57
Graduados	72

##### Total de graduados

A enero 2008	14410
--------------	-------



<b>Profesores</b>			
Profesores Planta		corte: Marzo de 2008	<b>229</b>
	<b>Dedicación</b>		
	Completo		222
	Medio Tiempo		7
	<b>Profesores</b>		
	Hombres		163
	Mujeres		66
	<b>Nivel de Formación</b>		
	Doctorado		18
	Maestría		130
	Especialización		49
	Pregrado		32
Profesores Hora Cátedra		corte: Marzo de 2008	<b>482</b>
	<b>Profesores</b>		
	Hombres		354
	Mujeres		128
	<b>Nivel de Formación</b>		
	Doctorado		6
	Maestría		94
	Especialización		170
	Pregrado		212
<b>Administrativos</b>			
	<b>Nivel del Cargo</b>	corte: Marzo de 2008	<b>541</b>
	Directivo		22
	Profesionales		137
	Auxiliares		321
	Servicios		61
	<b>Administrativo</b>		
	Hombres		300
	Mujeres		241
<b>Investigación</b>			
Grupos de Investigación		corte: Enero de 2008	<b>28</b>
	Reconocidos por Colciencias		16
	Categorizados		
	A		8
	B		4
	C		4
Proyectos investigación aprobados por la institución		Periodo: 1992 - 2007	360
CAMPUS VALLE DEL LILI KM 2 VIA JAMUNDÍ		Oficina de Planeación y Desarrollo Institucional	
<a href="http://www.uao.edu.co">http://www.uao.edu.co</a>		PBX 318 80 00 Ext. 11586	

#### (\*\*) DEFINICION DE TÉRMINOS

**ASPIRANTES:** Son inscripciones presentadas por los egresados de educación secundaria, aspirantes a ingresar a un determinado programa académico. Se caracteriza esta variable por la multi-inscripción, o sea, las dos o más veces que un estudiante solicita ingreso a la educación superior.

**PRIMÍPAROS :** Son los aspirantes que, una vez son admitidos por primera vez en una institución e inician su formación académica en el primer semestre de un programa o carrera, sin ser repitentes, ni transferidos.

**MATRÍCULA TOTAL EN PRIMER CURSO:** Son todos los alumnos matriculados en el primer semestre académico de un programa. Se incluyen los primíparos, repitentes, las transferencias recibidas, reintegros y demás formas de vinculación de personas que pertenecieron a algún nivel de la educación superior.

**GRADUADO:** Egresado que, previo el cumplimiento de requisitos académicos exigidos por las instituciones (exámenes, preparatorios, monografías, tesis de grado, etc.), ha recibido su título.

## Anexo J. Encuesta preliminar

### ENCUESTA PARA IDENTIFICAR LOS CRITERIOS DE CALIDAD DE UN APLICADOR VAGINAL

Buen día, somos estudiantes de la Universidad Autónoma de Occidente y estamos realizando una encuesta acerca de las características de los aplicadores vaginales para conocer su nivel de satisfacción con el producto.

EDAD: \_\_\_\_\_

OCUPACION: \_\_\_\_\_ CUIDAD: \_\_\_\_\_ BARRIO: \_\_\_\_\_

1. ¿Conoce usted información acerca de las cremas vaginales?

SI	
NO	

Si su respuesta es NO pase a la pregunta número 3

2. ¿Ha usado usted alguna crema vaginal?

SI	
NO	

3. ¿Conoce los aplicadores vaginales?

SI	
NO	

Si su respuesta es NO agradecemos su atención.

4. ¿Se ha sentido cómoda utilizando el aplicador vaginal?

SI	
NO	

5. ¿Qué aspectos han sido los más desagradables al utilizar el aplicador vaginal?

DUREZA	
ASPEREZA	
DISEÑO (mencione que aspecto)	
FLEXIBILIDAD	
OTRO (cuál)	

6. ¿Cree usted que el aplicador vaginal es fácil de utilizar?

SI	
NO	
¿Por qué?	

7. ¿Qué le cambiaría al aplicador vaginal (ver figura)?

COLOR	
FLEXIBILIDAD	
TEXTURA	
DISEÑO	
OTROS	

8. ¿Cómo le gustaría el color del aplicador vaginal (ver figura)?

MAS OSCURO	
MAS CLARO	
TRANSPARENTE	
COLOR AZUL	
COLOR AMBAR	
COLOR SEPIA	
COLOR VERDE	
OTRO (¿cuál?)	

70

9. ¿Cree que es indispensable una alta transparencia del aplicador vaginal?

SI	
NO	
¿Porque?	

## ENCUESTA PARA IDENTIFICAR LOS CRITERIOS DE CALIDAD DE UN APLICADOR VAGINAL

10. ¿En que parte del aplicador le gustaría que tuviera mayor flexibilidad (ver figura)?

EN LA BOCA	
EN EL TUBO	
EN EL EMBOLO	
SUJETADOR	
OTROS	

12. ¿Qué le cambiaría al diseño del aplicador vaginal (ver figura)

PARTES DEL APLICADOR	DEFINA EL CAMBIO
EN LA BOCA	
EN EL TUBO	
EN EL EMBOLO	
SUJETADOR	
OTROS	

11. ¿Qué le gustaría cambiar de la textura del aplicador?

---



---



---



---



---

13. ¿Qué le añadiría al aplicador vaginal?

---



---



---



---



---

Muchas Gracias

